
أحمد جبار
العلوم العربية في عصرها الذهبي
كيف أنقذت العلوم العربية
المعارف القديمة وأعطتنا النهضة؟
ترجمة: د. محمد نعيم
صفحة

# L'âge d'or des sciences arabes

Ahmed Djebbar

# العلوم العربية في عصرها الذهبي

تأليف

أحمد جبار

ترجمه عن الفرنسية محمد نعيم






الكتاب

# العلوم العربية في عصرها الذهبي

المؤلف

أحمد جبار

الطّبعة الأولى:2021
التّرقيم الدّوليّ
978-603-91630-9-1
رقم الإيداع
1443/1774



E-mail: admin@page-7.com
Website: www.page-7.com
Tel.: (00966)583210696
العنوان : الجبيل ، شارع مشهور
المملكة العربية السعودية

إلى فرانسواز، زوجتي،

على كل السياحات القروسطية

التي وسعها أن تغفر لي..

# المحتويات

# مقدمة المترجم

اخترنا ترجمة هذا الكتاب العلوم العربية في عصرها الذهبي لكونه يقدم نظرة شاملة عن وضعية العلوم العقلية في الحضارة العربية الإسلامية منذ البدايات الأولى لتشكل نسيج هذه الحضارة التي صارت بمثابة الحاضنة للموروثات العلمية للحضارات القديمة، البابلية والهندية والفارسية واليونانية...إلخ. إن المقصود هنا بالعلوم العربية هو مجموع الإنتاجات والممارسات العلمية المنجزة في قسم كبير منها باللغة العربية طيلة تسعة قرون، من القرن الثامن إلى القرن السادس عشر الميلاديين. وهذه العلوم وإن كانت تعود في أصلها إلى الحضارات القديمة التي ذكرنا، فإنها تتميز، في أغلبها، بكونها تخاطب الإنسان من حيث هو كذلك بغض النظر عن انتماءاته العرقية والدينية والثقافية. إن الحضارة العربية الإسلامية وإن كان الدين الإسلامي عقيدتها الرسمية، واللغة العربية لسان نخبها، فإنها شكلت في العمق فضاء حضاريا رحبا، استوعب كل الطوائف الدينة والتنوعات العرقية والثقافية.

وهكذا، إن عبارة «عربية إسلامية» ذات دلالة حضارية، لا دلالة دينية أو عرقية ضيقة، إذ المقصود بالعرب المسلمين كل المنتمين إلى الحضارة العربية الإسلامية من مختلف الأجناس

(عرب، هنود، فرس، بيزنطيون، يهود...) وليس الجنس العربي، وأيضا من كل الملل (مسلمون، مسيحيون، مجوس، صابئة...) وليس الملة الإسلامية، لأن هذه الحضارة قد تميزت على المستوى الرسمي بعروبة اللسان وإسلام العقيدة، وعليه فكل ما تم إنجازه من علوم عقلية كان أغلبه باللغة العربية وحصل في إطار رقع جغرافية تابعة للحضارة الإسلامية؛ أي أن هذه الأنشطة العلمية والفلسفية قد تمت في مراكز ومدن تابعة للدولة الإسلامية ولم يكن منجزوها بالضرورة من أصول عربية أو ذوي عقيدة إسلامية.

لقد أفرد هذا الكتاب حيزا مهما لقضية شغلت مؤرخي العلوم ولا زالت تشغلهم إلى اليوم، وأقصد قضية كيفية انتقال العلوم العقلية إلى فضاء الحضارة العربية الإسلامية وزمن هذا الانتقال، فمن الواضح أن زمن انتقال الفلسفة والعلوم العقلية إلى فضاء الحضارة العربية الإسلامية مسألة يلفها كثير من الغموض وليس بين أيدي الدارسين أدلة صُلبة يمكن التعويل عليها في إصدار أي حكم قاطع ونهائي. والأمر غير متوقف على زمن انتقال العلوم فقط، بل يمكن القول: إن زمن الترجمات العربية لنصوص الحضارات القديمة، سواء العلمية أو الفلسفية، غير محدد بشكل دقيق؛ فرغم أن كثيرا من المصادر العربية قد عملت على ربط زمن الترجمات العربية للنصوص القديمة بـ"بيت الحكمة" وزمن الخليفة المأمون، فإن الدراسات المعاصرة المتخصصة والجادة، أعادت النظر في هذا الادعاء، وبينت أن الترجمات العربية أنجزت

قبل عصر الخليفة المأمون، وهذا يعني أن زمن اطلاع العرب المسلمين على علوم الحضارات القديمة يعود إلى الفترة الأولى من عصر الفتوحات الإسلامية واحتكاك المسلمين بغيرهم من أصحاب الديانات الأخرى، لأن الجدل الذي اندلع بين المسلمين من ناحية والنصارى واليهود وباقي الطوائف الدينية التي دخلت في الإسلام بثقافاتها المتنوعة من ناحية أخرى، كان لابد أن يؤدي إلى إثارة اهتمام المسلمين بالفلسفة والعلوم.

لكن المسألة التي بقيت معلقة ترتبط بطبيعة هذه الترجمات المنجزة مبكرا وبقيمتها العلمية، فالترجمات المنجزة «رسميا» في العصر الأموي كان باعثها، أساسا، هو الهم التنظيمي، لأنه بعد الفتوحات العربية الأولى أصبحت الترجمة من اليونانية إلى العربية، خلال الفترة الأموية، أمرا ضروريا في تدبير شؤون الدولة والحياة اليومية. وقد اقتضت المصلحة، من أجل الحفاظ على استمرار الأمور، أن يحتفظ الأمويون الأوائل بالموظفين الناطقين باللغة اليونانية في إدارة الدولة في عاصمة الخلافة، لكن المسالة التي تحتاج المزيد من البحث هي: هل رافقت هذه الترجمات، المنجزة للمسائل التنظيمية والإدارية، ترجمات للكتب الفلسفية والعلمية، أم أن الأمر بقي مقتصرا على مسائل الدواوين وتدبير شؤون الدولة؟

تفيدنا المصادر العربية بأن ترجمة الكتب الفلسفية والعلمية، ومنها الطبية والفلكية والكيميائية، بدأت في العصر الأموي، وتخبرنا بأن الأمير خالد بن يزيد بن معاوية بن أبي سفيان كان أول

من اشتغل بعلوم الأوائل.

إن أحمد جبار، بوصفه أحد المهتمين بتاريخ العلوم العربية بشكل عام وتاريخ الرياضيات العربية بشكل خاص، قد حاول في هذا الكتاب أن ينير هذه النقطة المتعلقة بزمن الترجمة العربية، إذ يرى أنه إذا ما تم استثناء حالة الأمير خالد بن يزيد، بوصفها حالة معزولة ويدور حولها اليوم نقاش كبير، فإن أقدم المؤلفات العلمية العربية قد نُشرت في النصف الثاني من القرن الثامن الميلادي، وكانت تهم الكيمياء القديمة والفلك والتنجيم. ففيما يخص الكيمياء، أنجزت الكتابات الأولى زمن المنصور الذي حكم ما بين 754م و775م. وبتشجيع منه، كتب محمد الفِزاري كتابه في الفلك، وعنوانه السند هند الكبير، انطلاقا من الترجمة التي وضعت للكتاب الهندي الذي أُهدي إلى المنصور. وفي هذه الفترة نفسها، شرع ما شاء الله في نشر كتبه في التنجيم مستعملا مفاهيم فلكية، ما يعني وجود استيعاب مسبق لمفاهيم هذا العلم، مع عدم معرفة المصادر التي تم اعتمادها في هذا الشأن، حيث لا أحد من المؤرخين يعرف، مثلا، كيف تكوَّن هذا المنجم المشهور، ولا كيف تكوَّن الفزاري. كما أنه لا أحد يملك معلومات عن المؤسسات التعليمية التي كانت مكلفة بتلقين العلوم العربية الأولى.

وعلى المستوى المنهجي، عمل أحمد جبار على الجوانب الاجتماعية والثقافية والإيديولوجية لفهم نشأة العلوم وتطورها في البيئة الإسلامية، إذ إن الدراسة التاريخية والسوسيو-ثقافية للبلدان

التي صارت جزءا من البلاد الإسلامية بعد الفتوحات، قد تُسعف مؤرخ العلوم في معرفة الكيفية التي حصل بها انتقال هذه العلوم. فمن الأمور التي ركز عليها في هذا الشأن أن المشتغلين بالفلسفة والعلوم من أتباع الحضارات المختلفة، الذين صاروا بعد الفتح تحت رعاية الإمبراطورية الإسلامية، قد استأنفوا أنشطتهم العلمية في ظل هذه الإمبراطورية نظر لما توفر لهم من أجواء ملائمة ومن رعاية وتشجيع من قِبَل حكامها ووجهائها، وفي الوقت نفسه اهتم

وا بنقل ما كان متوفرا من نصوص فلسفية وعلمية بلغاتهم الأصلية إلى اللغة العربية. كما كان للتحولات السياسية والاجتماعية والاقتصادية التي عرفتها الإمبراطورية الإسلامية، خصوصا في العصر العباسي الأول، آثار ثقافية ساعدت بشكل كبير على تبني أنماط حياتية جديدة، من بينها الاهتمام بالعلوم العقلية.

لقد حاولنا، في ترجمة هذا الكتاب، أن نجمع بين الوفاء للنص الأصلي واحترام مقتضيات اللسان العربي، مع الحرص على العودة إلى عناوين الكتب التي ذكرها المؤلف في أصلها العربي، والتحقق من صحتها ومن مؤلفيها، تجنبا لتصحيف الأسماء والعناوين. ثم عملنا على تصويب بعض الأخطاء التي طالت بعض التواريخ وبعض عناوين الكتب التي نُسب بعضها إلى غير أصحابها.

# تصدير

يشمل العلم العربي مجموع الإنتاجات والممارسات العلمية التي أُنجز قسم كبير منها باللغة العربية خلال تسعة قرون، من القرن الثامن إلى القرن السادس عشر الميلاديين. نشأ هذا العلم في سياق استثنائي، وتطور نتيجة عوامل خاصة تضافرت لخلق ظروف استئناف النشاط العلمي شرقي البحر الأبيض المتوسط، ثم انتشاره وإخصابه في الفضاءين الإفريقي والأسيوي والفضاء الأوربي بالخصوص.

لقد تأثرت اتجاهات العلم العربي ومناهجه وتصوراته، وأحيانا مضامينه، وتحددت جزئيا بهذا السياق. لكن كان في مستطاع أهل العلم في الحضارة العربية الإسلامية أيضا أن يتحرروا مما يشكل خصوصيتهم الحضارية قصد توطيد تقليد علمي يكون له طابع كوني من حيث أسلوب اشتغال الفاعلين ومن حيث طبيعة الإنتاج.

وقد مكنت هذه الخاصية العلوم العربية، حين بدأت بوادر الانحطاط تظهر، من أن تعرف حياة ثانية في فضاء ثقافي جديد، وهو الفضاء الأوروبي، من القرن الثاني عشر إلى القرن الخامس

عشر الميلاديين، والذي كان يتميز عن فضائها الأصلي الذي نشأت فيه بشكل واضح.

نقترح في هذا الكتاب، على مدى سبعة فصول، معالجة كل الجوانب التي أتينا على ذكرها. وسيمكن القسم التمهيدي من وضع بدايات هذا التقليد العلمي الجديد في سياقها، من خلال وصف صلاته بالإراث السابقة وبمحيطه السياسي والثقافي والإيديولوجي. ويستحضر هذا القسم، بالخصوص، ظاهرة ترجمة المعارف القديمة ودورها في صياغة مضمون هذا التقليد الجديد وفي تحديد توجهاته المستقبلية.

وستعرض الفصول التالية أهم عناصر مساهمة العرب العلمية في أبرز المجالات، سواء من حيث الكم أو من حيث الكيف: الرياضيات مع بعض مجالات تطبيقاتها، علم الفلك مع امتداداته (فيما يتعلق على الخصوص بتصميم آلات القياس والخرائطية)، الطب ببعديه النظري والعملي، الكيمياء بوصفها علما تجريبيا، ثم الميكانيكا من خلال جوانبها النفعية والمسلية. وتم تخصيص الفصل الأخير لأهم مسألة، وهي حضور قسم من العلوم العربية في أوروبا، ابتداء من أواخر القرن الحادي عشر الميلادي، عبر ثلاثة نواقل أساسية؛ الآلات العلمية، الكتب، ثم العلماء.

# مدخل

ظهر الإسلام بوصفه دينا جديدا مع نزول أولى آيات القرآن الكريم على النبي محمد (ص) سنة (611م). والتاريخ الثاني المهم هو سنة (622م) التي تؤرخ لبداية ظاهرة أخرى، وهي قيام أول دولة إسلامية في المدينة [يثرب]، التي لجأ إليها النبي (ص) بعد أن هُجِّرَ من مكة من قِبَل بعض قومه. اتسمت هذه الفترة، المسماة فترة «الخلفاء الراشدين»، والممتدة من 622م إلى661م، بكونها فترة الفتوحات الكبرى التي فتحت بلدان شاسعة أمام الدين الجديد، وأيضا، بكونها فترة الصراعات التي اندلعت بين الطوائف الإسلامية (لأسباب سياسية ارتبطت بشكل أساسي بتصور الدولة)، والتي ستكون لها تداعيات كبيرة فيما بعد.

بعد ذلك، امتد حكم الأمويين (من اسم أمية وهو أحد أقارب النبي)، الذين اختاروا دمشق عاصمة لهم، من سنة (661م) إلى سنة (750م)، وتتوافق هذه الفترة أيضا مع المرحلة الثانية من الفتوحات التي زادت من اتساع بلاد الإسلام التي صارت تمتد من سمرقند شرقا إلى سرقسطة غربا. ودشنت الإطاحة العنيفة بهذه الدولة، من قِبَل المطالبين الجدد بالحكم، الذين هم العباسيون (أبناء عمومتهم)، عهدا جديدا على المستويات السياسية والاقتصادية

والثقافية والعلمية في آن.

يُعتقد إجمالا بأن المبادرات الأولى لصالح العلم قد اتخذت خلال خلافة المنصور التي امتدت من سنة (754م) إلى سنة (775م). لكن عند النظر إلى المسألة عن قرب- والأبحاث في العقود الأخيرة تشجع على ذلك- يظهر أن هذه المبادرات كانت نتيجة لمسار طويل لم يحض باهتمام المؤرخين، لأنه لم يكن موسوما بأي حدث مثير: ويتعلق الأمر بتحولات، وأحيانا بانقلابات، حصلت في قلب الإمبراطورية ثم في أطرافها طيلة القرن الذي سبق تشييد مدينة بغداد سنة (762م). وهذه التحولات لا تهم الأنشطة الفكرية بشكل مباشر، وإنما تهم بالأحرى بيئتها التي سيكون لها بدورها تأثير في تلك الأنشطة في مرحلة لاحقة.

كانت النتيجة الأولى للفتوحات هي تكون فضاء اقتصادي واسع على اتصال بأقصى أسيا (الهند والصين) وأوربا وإفريقيا جنوب الصحراء، وستلعب هذه المناطق الثلاث أيضا دورا رئيسيا في تزويد السوق الجديدة بالمواد الأولية، وبمنتجات استهلاكية ذات قيمة مضافة مهمة، وبأخرى استراتيجية مثل الذهب والفضة. إن التوحيد السياسي للأراضي المفتوحة قد أدى أيضا إلى إلغاء الحدود الاقتصادية، التي كانت تطابق حدود الدول السابقة على مجيء الإسلام. وأسفر هذا الأمر عن سلاسة كبيرة في رواج البضائع واختفاء أو تخفيف الضرائب المتعددة التي كانت تُغلِّي أسعارها.

ونتج عن كل هذه الأمور، على المدى المتوسط، حصول إثراء كبير للنخبة الحاكمة ولقسم مهم من المجتمع المدني (تجار، عساكر، موظفون سامون، قضاة...)، وظهرت مدن جديدة إلى حيز الوجود، وبدأت تتبنى نمط عيش عاصمة الخلافة نفسه، وأسلوب استهلاكها نفسه.

العنصر الثاني الذي يجب التأكيد عليه، هو تنوع السكان والطوائف التي صار أعضاؤها رعايا السلطة الجديدة. وقد لعب هذا العنصر، بدون شك، دورا بارزا لصالح استئناف نشاط العلوم. وبالفعل، عندما فتح المسلمون بلاد فارس القديمة، وجدوا في آسيا الوسطى نخبا نشيطة وممارسين، من مستوى عال، لأنشطة مثل الطب والتنجيم والمحاسبة، وكانت المنطقة قد استفادت أيضا من وضعها بوصفها منطقة اتصال مع الهند، خصوصا خلال القرنين السادس والسابع الميلاديين. وبوصفها خصما للإمبراطورية البيزنطية، استفادت أيضا، وبشكل غير مباشر، من القمع الذي تعرض له المفكرون اليونانيون مثل سنبلقيوس (القرن الخامس الميلادي)، ما دام أن هذا الأخير وزملاءه قد نعموا بحسن الوفادة في قطيسفون [المدائن] التي استطاعوا أن يواصلوا فيها أنشطتهم الفلسفية والعلمية.

لقد اكتشف الفاتحون العرب، في الهلال الخصيب، مزيجا من الطوائف التي تتميز بلغاتها (العربية- السريانية- اليونانية- العبرية) وبعقائدها (وثنيون- يهود- مسيحيون نساطرة، يعاقبة أو

أقباط). وأنشطتها معروفة لأنها خلفت كتابات لا زالت تشهد عليها. فهي كانت متمركزة في مدن لها شهرة واسعة مثل حران ونصيبين وأنطاكية، وفي الأديرة مثل دير قنسرين ودير رأس العين. ومنذ القرن الخامس الميلادي على الأقل، وطيلة القرنين اللاحقين، ترجمت بعض هذه الطوائف نصوصا يونانية إلى السريانية وكتبوا أخرى. وقد كانت مجالاتهم المفضلة الفلسفة واللاهوت، إلا أنهم كانوا أيضا مهتمين بالفلك والرياضيات كما تؤكد بعض الكتابات المحفوظة من ذلك العصر. ومن بين المؤلفين المنتسبين إلى هذا التقليد، نجد ساويرا سابوخت وهو الذي يهمنا أكثر هنا، لأنه نشر أعمالا فلكية، وعلى الخصوص رسالة في الأسطرلاب، وكان يعرف أيضا بعض الأعمال الهندية في الرياضيات، لأنه ذكرها بشكل صريح. تابع تلاميذه أعماله، ويمكن أن نذكر من بينهم في القرن السابع يعقوب الرهاوي الذي ترجم جزءا من المجموعة الطبية لجالينوس[1] (القرن الثاني الميلادي) وأثناسيوس الذي شارك في الترجمة السريانية لبعض النصوص اليونانية مثل إيساغوجي فرفوريوس وأورغانون أرسطوطاليس.

لقد ساعد فتح بلاد مصر سنة (646م) على التداول المباشر للمعرفة الإسكندرانية، أو على الأقل، ما فضل منها، بعد فترة الانحطاط الطويلة الممتدة من القرن الرابع الميلادي إلى القرن

---

(1). لم تذكر المصادر ليعقوب الرهاوي (Jacques d'Edesse) أي ترجمة لجالينوس. ولعل المقصود أيوب الرهاوي(Job d'Edesse) )، الذي عاش بين أواخر القرن الثامن وأوائل التاسع الميلاديين: وهو من مشاهير مترجمي جالينوس. (المترجم)

السابع الميلادي. لم يبق لمكتبة المتحف الشهيرة في الإسكندرية أي وجود، بعد الحريق الذي أتى عليها قبل مجيء الإسلام. لكن المدينة حافظت على بعض المكتبات الخاصة التي ظهر أنها عالية القيمة عندما عرفت الأنشطة العلمية باللغة العربية زخمها الأول. لم تعد للمدينة حيويتها الفكرية، كما كانت في القديم، لكنها احتفظت ببعض مراكز النشاط وخصوصا في الطب وفي الفلسفة. ومن بين أولئك الذين اشتغلوا بالفلسفة بعض الوقت، قبل وصول المسلمين، يمكن ذكر يوحنا فيلوبونوس [النحوي] في القرن السادس الميلادي. وفي القرن السابع الميلادي كانت الإسكندرية محافظة على التقليد الجاليني بفضل أطباء مثل بولس الأجانيطي وأهرن القس، لذلك يمكن التأكيد، بأنه طيلة الفترة التي سبقت مجيء الدولة العباسية، كانت بعض الأنشطة مثل الطب والتنجيم والمحاسبة والقياس تدرس وتمارس بالسريانية أو باليونانية. كانت اللغة العربية حاضرة، بكل تأكيد، لكنها كانت مقتصرة بشكل أساسي على مجالين؛ الأول يضم كل ما دأبنا على تسميته (العلوم الدينية) أي مجموع الدراسات التي تخص مضمون القرآن، وتلك التي تُعنى بتوثيق وتصنيف مادة الحديث (المتن المكون من أقوال وأفعال وتقريرات النبي) والثاني يجمع كل المجالات التي موضوع دراستها اللغة العربية، يأتي في المقام الأول الشعر، المفضل في ثقافة سكان البلاد العربية، ثم المجالات الجديدة مثل المعجمية والنحو والصرف، وفيما بعد علم اللغة.

في نهاية القرن السابع الميلادي، أتخذ الخليفة الأموي عبد الملك بن مروان، الذي حكم من سنة (685م) إلى سنة (725م)، قرارا مهما يقضي بتعريب دواوين الإمبراطورية، بدءا من دواوين العاصمة دمشق. وتجدر الإشارة إلى أن هذا الخليفة، قد اتخذ، في الوقت ذاته، قرارات مالية واقتصادية مهمة: تخفيض قيمة العملة ثنائية المعدن (الفضة والذهب)، ربما في محاولة منه لإضعاف العملات المنافسة وخصوصا العملة البيزنطية.

ومن النتائج التي أسفر عنها القرار الأول نذكر عملية التعريب، السريعة نسبيا، التي همت العلم القديم الذي استمر في مجتمعات وسط الإمبراطورية، بفضل النقل الشفوي، في إطار المهن المختلفة لذلك العصر، مثل مسح الأراضي وتقسيم المواريث، وحساب الضرائب وجمعها، وتدبير أجور الجنود والموظفين. وتجدر الإشارة أيضا، إلى أنه لم تلاحظ أي مقاومة لهذا التعريب، الذي تم «بقرار» والذي كان، في الواقع، تحضيرا للترجمة الشاملة التي ستأتي لاحقا: ترجمة المخطوطات العلمية اليونانية والهندية إلى العربية. ويبدو أن هذه المعارف العلمية لقيت تشجيعا حتى من قِبَل أولئك الذين كانوا محتكرين للعلم القديم، والذي كانوا يمارسونه بلغتهم الأم، فالتعريب منحهم فرصة الحفاظ على وضع صار مهددا من قِبَل الأجيال الجديدة من الأطر المستعربة.

يروي ابن النديم في كتاب الفهرست، أن الخليفة المأمون، الذي حكم بين سنة (813م) و(833م)، اتخذ قرار تمويل جمع وترجمة المخطوطات العلمية والفلسفية اليونانية نتيجة لحلم حاور فيه أرسطوطاليس شخصيا؛ قال: «ذلك أن المأمون رأى في منامه كأنَّ رجلاً أبيض اللون، مشرَّباً حمرة، واسع الجبهة، مقرون الحاجب، أجلح الرأس، أشهل العينين، حسن الشمائل، جالس على سريره. قال المأمون: وكأني بين يديه قد ملئت له هيبة. فقلت: من أنت؟ قال: أنا [أرسطوطاليس]. فسررت به وقلت: أيها الحكيم، أسألك؟ قال: سل. قلت: ما الحسن؟ قال: ما حسن في العقل. قلت: ثم ماذا؟ قال: ما حسن في الشرع. قلت: ثم ماذا؟ قال ما حسن عند الجمهور.قلت: ثم ماذا؟ قال: ثم لا ثم»[2].

وليست الحقيقة بهذه البساطة، إذ يبدو أنه انطلاقا من القرن السابع الميلادي، كان حكام الدولة الأموية قد سعوا إلى الحصول على مؤلفات تهم تسيير شؤون الدولة، مثل تلك المفروض فيها التنبؤ بالأحداث عن طريق التنجيم، أو تلك التي تحتوي على فنون عسكرية. لكن من المؤكد أن الترجمة لم تعرف دفعة حقيقية إلا خلال فترة حكم الدولة العباسية، إذ بدأت مع المنصور ثاني خلفاء هذه الدولة المهيبة. ففي عهد هذا الأخير وبمبادرة منه، ترجم أول

(2) . فضلنا إيراد الأصل العربي من النديم، الفهرست، دار الكتب العلمية، بيروت، ط.2، 2006، ص. 397. (المترجم)

عمل فلكي ورياضي هندي من السنسكريتية إلى العربية. وكانت هذه أول رعاية رسمية من الدولة لصالح العلم. وقد مَوَّل هذا الخليفة أيضا ترجمة كتب المنطق والطب. وبالنسبة إلى هذا الميدان الأخير، جرى الاقتصار في مبدأ الأمر على الترجمة من اليونانية إلى السريانية، ذلك لأن جماعة المترجمين كانت مكونة في غالبيتها من مسيحيين أو من وثنيين كانوا قد تلقوا الدروس الطبية بهذه اللغة. وابتداء من عهد الخليفة المهدي (775م-785م)، لوحظ اتساع نطاق الرعاية ليشمل أعضاء من النخبة، مثل التجار وكبار الموظفين.

وكان قسم من هذه النخبة ينحدر من أصول فارسية، الأمر الذي ساعد على ترجمة المعرفة العلمية المكتوبة بلغتهم الفهلوية. وعمق الخليفة هارون الرشيد (785م- 809م) ظاهرة الترجمة وسرع من وتيرتها، وذلك بفضل ثلاثة عوامل حاسمة:

أولها؛ ظهور جماعة علمية مستعربة واعية بدورها، والتي كانت لبعض أعضائها إمكانات مالية مهمة. وقد أداها اهتمامها بالتراث القديم إلى الانخراط، أكثر من باقي الرعاة، في عملية اكتساب علوم الأوائل التي ساعدوا على استمرارها. وكان من بين الوجوه الممثلة لهذه الجماعة، في القرن التاسع الميلادي، الكندي الفيلسوف والرياضي المعروف، والإخوة بنو موسى الثلاثة، على وجه الخصوص، الذين أنفقوا قسما كبيرا من الثروة التي تركها لهم والدهم في سبيل الحصول على نسخ نادرة لرسائل في الفيزياء وفي

الرياضيات وترجمتها.

العامل الثاني عامل تقني، بما أنه يتعلق بظهور الورق. فعقب التجربة الأولى لصناعة الورق في سمرقند، اتخذت السلطة، في ذلك الوقت، قرار بناء مصنع ثان في بغداد، وبعد ذلك في مدن أخرى. لقد شكل بناء مصانع الورق «ثورة» حقيقية، في مجتمع كانت حوامل الكتابة المعروفة فيه، في ذلك الوقت، هي البردي والجلد، وهي حوامل لم تكن، من الناحية المالية، في مُكنة الجميع. مع هذه المادة الجديدة، التي يمكن صناعتها من منتجات أقل كُلفة مثل القنب والخرق البالية، ستعرف المعرفة دمقرطة نسبية، وستعرف، بالخصوص، سلاسة كبيرة في تداولها داخل الإمبراطورية الإسلامية الشاسعة.

العامل الثالث والأخير، مرتبط بالعامل السابق، وهو تزايد عدد المكتبات. فنحن نعلم أنه منذ العصر الأموي بدأت تتكون مكتبات الخلفاء. وهذا التقليد الخاص بالأمراء وبالدولة تمت المحافظة عليه أيضا مع العباسيين، وبالخصوص مع هارون الرشيد وابنه المأمون اللذين أسسا وموَّلا على التوالي بيت الحكمة، الذي كانت المكتبة أهم مكوناته. وفيما بعد سيتسلم المهمة أفراد، منهم أمراء وتجار وعلماء. ومع انتشار الورق، الذي جعل نسخ الكتب في المتناول، تسارعت ظاهرة الترجمة (وعدم وجود حقوق المؤلف في هذا الوقت قد ساعد على ذلك).

وكما سنفصل ذلك في الفصول القادمة، انصبت الترجمات

العربية من اليونانية والسريانية والفارسية والسنسكريتية على كل العلوم التي كانت قائمة قبل مجيء الإسلام، والتي تسنى انتزاع بعض نصوصها من طي النسيان. ففي العقود الأولى، تم الاقتصار على النصوص المتاحة، وفيما بعد، بدأ البحث عن المخطوطات في كل أرجاء الإمبراطورية، حيث كانت المكتبات القديمة. وسرعان ما تقرر، مع نضوب المصادر المحلية، التوجه إلى البيزنطيين على الرغم من حربهم المستترة مع الدولة الإسلامية.

وفي شأن هذا السعي إلى علم الآخرين، سُجلت وقائع من بينها أطاريف ربما كانت مختلقة. ومهما يكن من أمر، فقد انتهى إلينا الخبر عن رواد هذه الترجمات، والذين كانوا أولا ضمن البعثة العلمية المكلفة من قبل السلطة العباسية بزيارة الأديرة والمكتبات البيزنطية بحثا عن كتب علمية وفلسفية. كما وصلتنا قائمة مذهلة بأسماء المترجمين الذين مارسوا مواهبهم في القرنين الثامن والتاسع الميلاديين، وأحيانا مع مسح دقيق للكتب التي قاموا بترجمتها.

وختاما، ينبغي التأكيد على مجموعة من الأمور التي لها صلة بظاهرة الترجمة؛ أولها يهم أصول المترجمين، إذ يتعلق الأمر بطائفة من رعايا الإمبراطورية دفعتهم الأحداث الثقافية إلى الواجهة، لأنهم كانوا مؤهلين لهذه المهمة. لقد اختلفت عقائدهم، وتباينت أوطانهم، لكن قاسمهم المشترك كان هو إتقان اللغة العربية علاوة على إحدى اللغات التي دونت بها العلوم. كان معظم هؤلاء من المسيحيين في الفترة الأولى من عهد الترجمة؛ وفيما بعد تطورت

الأمور نحو تنوع أكبر.

ويتعلق الأمر الثاني بنوعية الترجمات. وأحد العناصر الدالة على احترافية أغلب المترجمين يتمثل في حُكم مستعملي ترجماتهم الذين حين كانوا يسألون لم يكونوا يترددون في القول بأن هذا المترجم أقل دقة أو بأن تقنيته في الترجمة أفضل من تقنيات غيره من المترجمين. والعنصر الثاني يكشف عنه تعدد الترجمات العربية المنجزة للعمل نفسه أحيانا، كما هو الحال في بعض الأعمال الرياضية والفلكية والفلسفية. وأشهر مثال على ذلك كتاب الأصول لأقليدس، وهو مصنف هندسي جليل يشتمل على 115 مسألة، مرتبة على 13 مقالة؛ فعلاوة على النسخة السريانية التي بقيت متداولة، كانت هناك ترجمة عربية قد أُنجزت في أواخر القرن الثامن الميلادي من قبل مسلم، وهو الحجاج بن مطر الذي أهداها إلى الخليفة هارون الرشيد (786م- 809م). وأنجز المترجم نفسه، في بداية القرن التاسع الميلادي، ترجمة ثانية أهداها، هذه المرة، إلى الخليفة المأمون (813م- 833م)، وبعد بضع سنوات، سينجز المسيحي إسحق بن حنين ترجمة ثالثة للكتاب. وهذه الترجمة سيراجعها عالم، ذو عقيدة وثنية، وهو الرياضي الشهير ثابت بن قرة.

ويتعلق الأمر الثالث والأخير بالأنشطة العلمية التي استثارتها دراسة الموروث القديم؛ فبناء على المعلومات التي سنذكرها بتفصيل في الفصول القادمة، يتبين أن أوائل المشتغلين بالعلم باللغة العربية لم ينتظروا حتى تنجز كل الترجمات ليشرعوا في أبحاثهم

الخاصة ونشر مؤلفاتهم. ويظهر أن الأرضية كانت مهيأة، قبل ذلك بكثير، خلال فترة النضج في القرن الثامن الميلادي التي عرفت أنشطة علمية - متواضعة بكل تأكيد - مدعومة بالتعليم وببعض المؤلفات المنشورة. وهذا ما يجعلنا نفهم لماذا ظهرت، في النصف الأول من القرن التاسع الميلادي، أي خلال الفترة التي كان فيها نشاط الترجمة على أشده، أعمال أصيلة مثل كتاب الجبر للخوارزمي والخريطة التي تحمل اليوم اسم المأمون الذي أنجزت بأمر منه.

كانت التوجهات الأساسية للعلوم العربية، كما سنرى أيضا، محكومة، بشكل كبير، بخصوصية كل تقليد من التقاليد القديمة التي كانت تغذيها، وبما انتهى إليها من هذه التقاليد على مستوى المضمون والمشكلات العالقة.

أما فيما يخص المسالك التي طبعت هذه الممارسات، فإنها تبدو، على الإجمال، ثمرة توليف موفق بين كل العلوم التي نقلتها الترجمات، مع وجود إسهامات أصيلة، ولا سيما في الفيزياء والكيمياء والطب، وكان الأهم في هذه الإسهامات هو الاهتمام بالتجريب بوصفه منهجا علميا قائما بذاته وأداة للبحث والتعليل، إلى جانب الأدوات النظرية الموروثة عن اليونان.

## الفصل الأول

# التعاليم أو علوم الرياضة

خلال الفترة الممتدة من منتصف القرن السابع الميلادي إلى نهاية القرن الثامن الميلادي، أي خلال المائة والخمسين سنة الأولى من الإسلام، كانت الرياضيات المعمول بها في الإمبراطورية الجديدة تتمثل أساسا في بعض المهارات الهندسية والحسابية التي تساعد على حل مشكلات الحياة اليومية. فالهندسة كانت تستعمل في تقنيات القياس، وفي المعمار والزخرفة. واستخدمت في ذلك الأشكال المسطحة والأجسام الصلبة، وتم قياس طول الخطوط المستقيمة أو المنحنية، كما تم تقدير المساحات والأحجام بطريقة دقيقة أو تقريبية. وعلاوة على ذلك، تم إنشاء أجسام هندسية، لغاية فنية، بإعادة تركيب أشكال جديدة من أشكال محددة أو بتقطيع مساحات بنسب محددة.

أما المهارات الحسابية، فإنها استخدمت ثلاثة أنواع من الأدوات. لقد وجدت في مبدأ الأمر أنظمة عد تُطابق تقاليد حسابية مختلفة: أولها أداتي يستعمل أصابع اليد للعد ولتمييز الأعداد؛ وثانيها ذهني يعبر عن نتائجه شفويا. ثم هناك التقليد

الثالث، الأحدث عهدا على الأرجح، والذي كان يعتمد على الكتابة بواسطة الأرقام. ثم كانت هناك مجموعة من الطرائق لإجراء العمليات التقليدية الخمس، أي الجمع والطرح والقسمة واستخراج الجذر المربع. ولم تكن هذه العمليات تهم الأعداد الصحيحة فقط، بل كانت تُستعمل على الخصوص في الكسور التي تتدخل في مختلف معاملات الحياة اليومية: عمليات الصيرفة، تحويل الأوزان والمقاييس، وتقسيم المواريث...إلخ. وفي مستوى أعلى، كانت هناك طرائق معقدة تساعد على حل مختلف أنواع المشكلات الخاصة ببعض المهن. ولمساعدة المتعلمين على إتقان هذه العمليات كان يتم تعليمهم استعمال بعض الخوارزميات لإيجاد حلول للمشكلات الملموسة أو تلك المختلقة كليا.

نجهل كيف كانت تلقن هذه العلوم. ومن المرجح أنه وجدت بعض المدارس المدعومة من بعض الطوائف التي كانت لها القدرة على ذلك، وكان التدريس فيها يتم بلغة تلك الطوائف. هذا ما تؤكده شهادة مترجم مشهور في القرن التاسع الميلادي، وهو حنين بن إسحق، الذي لم يوضح، مع ذلك، ما إذا كانت الرياضيات في عداد البرامج الدراسية. ربما كانت هناك مراجع تتضمن أدوات وطرائق حسابية، لكن لم يصل إلينا أي واحد منها. ويُعتقد أن نشر المراجع الجديدة باللغة العربية، الذي تم انطلاقا من القرن التاسع الميلادي، كان مناسبة لإدماج جزء من المعارف الرياضية التي كانت رائجة قبل مجيء الإسلام.

يبدو أنه، إلى جانب هذه المهارات ذات الأصول المتنوعة، المجهولة في أكثر الأحيان، والتي كانت تستجيب لحاجيات مختلف الطوائف، زاولت نخبة معينة أنشطة عالمة متواضعة، معتمدة في ذلك على كتب قديمة معروفة أو على مراجع تعليمية. وقد تفرقت هذه الأنشطة على ما تبقى من المراكز الثقافية التي أينعت في المنطقة التي حلت محل أثينا في مجال المنطق والفلسفة بشكل عام.

ومن أمثلة المؤلفات الرياضية والفلكية السابقة على مجيء الإسلام، نذكر النسخة السريانية لكتاب الأصول لأقليدس (القرن الثالث قبل الميلاد)، التي وصلت إلينا قطع منها، وكذلك رسالتين عن الأسطرلاب، الأولى باليونانية ليوحنا فيلوبونوس (النصف الأول من القرن السادس الميلادي) والثانية بالسريانية لساويرا سابوخت الذي عاش في القرن السابع الميلادي. ربما يجب أن نضيف إلى هذا، مراجع باللغة الفارسية أو تعاليم شفوية متاحة بهذه اللغة ومشتملة على معارف فلكية أو حسابية (أو على الاثنين معا)، والتي قد يكون بعضها مما جرى تداوله في زمن غير محدد، لكنه سابق على مجيء الإسلام، انطلاقا من الهند أو الصين. وهذا بالتأكيد هو الحال فيما يتعلق بمفهوم الأساس العشري الموضعي الخاص بالتقليد الهندي في الحساب.

## طور الترجمة

لنتذكر أن الترجمات الأولى للأعمال الرياضية تعود إلى زمن الخليفة المنصور: ويتعلق الأمر بكتاب المدخل إلى علم العدد لنيقوماخوس الجرشي (القرن الثاني الميلادي) وكتاب الأصول لأقليدس. وفي هذه الفترة أيضا، وطيلة حكم الخلفاء الثلاثة الذين جاءوا بعد المنصور، تمت ترجمة أعمال فلسفية ومنطقية. وسيجد علماء الرياضيات، أحيانا، فوائد جمة لهم في ما حوته هذه الأعمال. وعلى ذلك، ستتوافر للعلماء، بشكل مبكر نسبيا، ولا سيما علماء الرياضيات، أدوات الاستقصاء والتبرير والتدبر في بعض أنشطتهم النظرية. وهذا الأمر لم يخل من تأثير في الممارسة الرياضية العربية للقرون اللاحقة، وفي نظرة الرياضيين البارزين إلى محتوى علمهم وطريقة ممارسته.

أما بقية المتن الرياضي القديم الذي تم اكتشافه وترجمته ثم دراسته، فإن معلوماتنا عنه ناقصة. في مجال نظرية الأعداد، توافر المستعملون على المقالات السابعة والثامنة والتاسعة من كتاب الأصول لأقليدس، فضلا عن كتاب نيقوماخوس ذي النفحة الفيثاغورية المحدثة (والذي عرف ترجمتين) .وفيما بعد، أي نحو نهاية القرن التاسع وبداية القرن العاشر الميلاديين، اكتشف قسطا بن لوقا جزءا من كتاب المسائل العددية لديوفنطس الإسكندراني (القرن الثالث الميلادي) وترجمه.

وفي الهندسة، كانت مجالات التقليد الهندسي اليوناني الثلاثة

الكبرى معروفة لعلماء الرياضيات في بلاد الإسلام، لكن بشكل جزئي فقط. ويتعلق الأمر بالهندسة الأقليدية - من خلال كتاب الأصول (الذي ترجم ثلاث مرات على الأقل) - والهندسة الأرخميدية - بفضل ترجمة عملين لأرخميدس فقط، وهما قياس الدائرة والكرة والأسطوانة - ثم هندسة المخروطات - من خلال كتاب المخروطات لأبولونيوس البرغاوي (نهاية القرن الثاني وبداية القرن الأول قبل الميلاد).

وفي الحساب، كان للعلماء المسلمين متسع للاختيار، إذ استعاروا من اليونانيين الترقيم الأبجدي المكون من تسعة وعشرين عددا بعد أن عدلوه (تسعة حروف عربية للوحدات، وتسعة للعشرات، ثم تسعة للمئات) ثم استعملوه في حساباتهم الفلكية. ووجدوا عند الهنود الترقيم العشري الموضعي المكون من عشرة أعداد (بما فيها الصفر)، علاوة على بعض الخوارزميات العددية. وقد تكون وصلتهم طرائق منحدرة من بلاد الصين، لكن لا أصحاب الفهارس ولا علماء الرياضيات ذكروا شيئا من ذلك. ولما كان هؤلاء الأخيرون قد اعتادوا دائما على الإحالة على السابقين عليهم وعلى كتاباتهم، فيمكن أن نعزو صمتهم حيال بعض المصادر إما إلى جهلهم بها أو، بكل بساطة، إلى كون تلك الاقتباسات حصلت في تاريخ جد بعيد، حتى أن لا أحد منهم كان يستطيع، في ذاك الوقت، التمييز بين ما هو إنتاج رياضي محلي وما هو ثمرة لإنتاج وافد من الخارج.

## المساهمات العربية

انطلاقا من هذا الإرث المتنوع، ولكنْ الناقص، انخرط رياضيو بلاد الإسلام الأوائل في أنشطة متعددة الجوانب تطابق اتجاهين متمايزين. كان أول هذين الاتجاهين استجابة لمطالب محيطهم الاجتماعي-الاقتصادي أو مطالب مجالات علمية أخرى مثل الفلك والفيزياء. وظهر الاتجاه الثاني، الذي لم يكن يطابق أية حاجة مادية، بعد قراءة وفهم المتن القديم، الذي كشف أن بعض المسائل لا تزال من دون حلول أو أن حلولها تُعَدُّ غير مرضية. سمحت هذه القراءات الجديدة بوضع مسائل جديدة صارت عناصر لبرنامج بحث.

## علوم العدد

يتعلق الأمر بالأرتماطيقي المعروفة اليوم باسم «نظرية الأعداد»، وكذلك بعلم الحساب. تهتم الأولى بخصائص الأعداد الصحيحة، بينما يهتم الثاني بمعالجتها بواسطة عمليات وإجراءات الحل المعقدة نسبيا.

بدأت أبحاث المجال الأول في المشرق في القرن التاسع الميلادي مع دراسة ثابت بن قرة عن الأعداد المتحابة، أي أزواج الأعداد التي يكون مجموع قواسم الواحد منها مساويا بالضبط للآخر، والعكس صحيح (مثال ذلك: العددان 284 و220). وأسفرت

هذه الدراسة عن نشر رسالة عرض فيها ثابت طريقة دقيقة تمكن من تحديد أزواج الأعداد المعنية. وقد اهتم رياضيو الغرب الإسلامي، كذلك، بهذه المسألة، وعالجوها في بعض مؤلفاتهم. وهكذا أعاد المؤتمن بن هود (الذي عاش في سرقسطة)، في القرن العاشر الميلادي، إنتاج محتوى رسالة ابن قرة في كتابه الاستكمال. وبعده، في القرن الثاني عشر الميلادي، أعطى الرياضي الإشبيلي أبو بكر الحصار، في رسالته الكامل في صناعة العدد، الزوجين الأولين من الأعداد المتحابة وبين كيفية الحصول عليهما. ودائما في مجال الأعداد الأولية، استؤنفت الأبحاث، في القاهرة، خلال القرن الحادي عشر الميلادي، من قِبَل ابن الهيثم الذي أثبت نتيجة قريبة من مبرهنة البواقي (التي يمكن التعبير عنها على النحو الآتي: إذا كان p عددا أوليا، فإن العدد $1 + (1 - p) \times ... \times 3 \times 2 \times 1$ قابل للقسمة على p). وفيما بعد، خلال القرن الثالث عشر الميلادي، أجرى كمال الدين الفارسي أبحاثه على تفكيك الأعداد التامة إلى حاصل ضرب أعداد أولية.

كان اكتشاف كتاب المسائل العددية لديوفنطس، وترجمته الجزئية، مصدر اتجاه ثان للبحث في نظرية الأعداد. وانصبت بعض الأعمال على حل أنظمة معادلات غير معينة. والمساهمات التي وصلت إلينا في هذا الشأن، والتي تعود إلى القرن العاشر الميلادي، هي مساهمات أبي كامل بن أسلم في كتابه الطرائف في الحساب، ومساهمات أبي بكر الكرجي في كتابه عن الجبر الذي يحمل عنوان

الفخري. وانصبت أبحاث أخرى على بعض فئات الأعداد، مثل المثلثات القائمة العددية والأعداد المتطابقة. ومن المؤلفين الذين درسوا هذه الموضوعات نذكر أبا الجود بن الليث وأبا جعفر الخازن وأبا سعيد السِّجْزي، وكلهم من أهل القرن العاشر الميلادي، ثم الحسن بن الهيثم من القرن الحادي عشر الميلادي. وثمة موضوع ثالث شغل، في الوقت نفسه، علماء الحساب وعلماء الهندسة: ويتعلق الأمر بالمتتاليات والسلاسل العددية المتناهية. وهي أدوات يُتوسَّل بها على الخصوص في حساب مساحات وأحجام بعض الأشكال المستوية أو الصلبة. وقد سمح استخدامها في هذا الميدان بمعرفتها على نحو أفضل وبإقرار بعض النتائج المتصلة بها. لكن المتتاليات شكلت في حد ذاتها موضوعات للدراسة، وأفردت لها، خلال القرن الثاني عشر الميلادي، فصول خاصة من قبل الرياضي المراكشي أبي جعفر ابن منعم العبدري، على سبيل المثال.

لا يدين علم الحساب للإرث اليوناني بشيء تقريبا. لقد اعتمد على رصيد محلي تكون ببطء انطلاقا من ممارسات مختلفة كانت ضرورية لقيام شتى المعاملات، وتعزز بوجود طرائق حسابية انحدرت إليه من رصيد قديم جدا يرجح أن أصله بابلي. لكنه مدين، مع ذلك، لتقليد الحساب الهندي، إذ نجد فيه بالفعل – ما يُعَدُّ إسهاما أصيلا أو ذا أصل صيني – مجموعة من الخوارزميات العددية، علاوة على طرائق لحل بعض المسائل. انطلاقا من هذه الإراث انبنى هذا العلم وهو يتطور. وتُظهرنا عشرات المراجع التي

وصلتنا على أن تقاليد عديدة تعايشت قبل أن تنصهر في قالب واحد. وإلى حدود القرن الحادي عشر الميلادي، كان يجري التمييز بين الحساب الهندي الذي يستعمل الأرقام التسعة والصفر (وتسمى «الأرقام الغبارية»)، وحساب الفلكيين الذي يستعمل الترقيم الأبجدي، ثم حساب اليد أو الهواء الذي، كما يدل على ذلك اسمه، يعمل شفهيا وبصريا. وتبعا للمؤلفين والفترات التاريخية، يحمل هذا الأخير اسم «الحساب العربي» أو «الحساب المفتوح» أو أيضا «حساب الجمع والتفريق». وقد ظهرت، في زمن يتعذر تحديده بدقة، اختلافات، على صعيدي المضامين والتصاميم، بين مراجع المشرق ومراجع الغرب الإسلامي. وظهرت أيضا تغيرات في رسم الأعداد والكسور، ونذكر منها على الخصوص ظهور شرطة الكسر الشهيرة، ابتداء من القرن الثاني عشر الميلادي، في أعمال مغاربية. ومع تطور علم المواريث، ابتُكِرت رمزية خاصة ابتغاء تيسير كتابة كل أنواع الكسور التي تدخل في بيان وحساب أنصبة ذوي الحقوق، بل إنه لوحظت اختلافات بين منطقتي الإمبراطورية الإسلامية فيما يتعلق بالقيم العددية المعطاة لبعض الحروف في الترقيم الأبجدي العربي المستعمل من قبل الفلكيين.

## الهندسة

وفي الهندسة، كان كتاب الأصول لأقليدس هو الذي ألهم، في مبدأ الأمر، قيام دراسات جديدة انطلاقا من القرن التاسع

الميلادي. وقد تمكنت هذه الدراسات، على الخصوص، من حَسْبَنَة المقالة العاشرة، وشكلت الخطوات الأولى في تقليد مديد يُعنَى أساسا بتوسيع مفهوم العدد الموروث عن اليونانيين. وهكذا، تأدى علماء الرياضيات في بلاد الإسلام إلى قبول الجذور المربعة للأعداد الصحيحة بوصفها أعدادا، وكذلك تصرفوا إزاء كل الأعداد الصماء المتحصل عليها بوصفها جذورا نونية لعدد صحيح أو كسر، وفي مرحلة أخيرة، تصرفوا على النحو نفسه إزاء كل نسبة بين مقدارين غير قابلين للقياس، أي النسبة التي هي عبارة عن عدد أصم (مثلا، نسبة محيط الدائرة إلى قطرها). وليصل هؤلاء الرياضيون إلى هدفهم، لم يترددوا في نقد بعض تعريفات أقليدس، والاستعاضة عنها أحيانا بتعريفات رأوا أنها أكثر وضوحا وأكثر إجرائية.

لقد اتجهت الهندسة في الفترة نفسها، أيضا، نحو حل مسائل القياس، ولا سيما حساب المساحات والأحجام. وأهم الأعمال في هذا المجال كانت أعمال ثابت بن قرة عن القطوع المكافئة والقطوع الناقصة والسطوح المكافئة، وأعمال حفيده إبراهيم بن سنان المتعلقة أيضا بالقطوع المكافئة، ثم أعمال ابن الهيثم عن حجم الكرة والقطع المكافئ الكروي. أما فيما يتعلق بالهندسة التطبيقية، فإن قسماً كبيراً من تاريخها غير معروف جيدا، ذلك لأنها كانت تمارس في أكثر الأحيان في الأوساط المهنية، حيث كان يتم التعليم بالتلقين المباشر. لكن القسم الآخر يشكل موضوع شهادات قيمة من قِبَل

الرياضيين. وفي مجال الزخرفة، لدينا أخبار أبي الوفاء البوزجاني الذي نشر مؤلفا عنوانه فيما يحتاج إليه الصانع من أعمال الهندسة، وعرض فيه طرق الصناع الهندسية، مقارنا إياها بطرقه هو. وفي البصريات، بينت أعمال الكندي وابن سهل وابن الهيثم والفارسي، كم كان هذا العلم في الأساس هندسيا. وفي العمارة والزخرفة وصلتنا، علاوة على قطعة مجهولة المؤلف، رسالة مهمة للرياضي الفارسي غياث الدين الكاشي في تصميم القباب والمقرنصات (*stalactites*)). وهناك أخيرا الرسائل العديدة التي كتبها فلكيون، مثل رسائل أبي الريحان البيروني في القرن العاشر الميلادي، وأبي علي الحسن المراكشي في القرن الثالث عشر الميلادي، والتي أفردت لمعالجة الأمور الهندسية ذات الصلة بآلات الرصد الفلكية.

وفي إطار أنشطتهم الهندسية، تأدى بعض علماء الرياضيات، في التقليد العربي، إلى التفكير في المسائل النظرية التي واجهوها في دراستهم لكتاب الأصول لأقليدس. وأسفرت هذه المساعي عن تجديد التفكير، وكتابة مؤلفات أو رسائل عن مفهومي «المتوازي» و«النسبة»، وعن أدوات البرهنة التي يتعين عليهم استعمالها في أعمالهم البحثية.

وقد بدأت النقاشات الأولى في شأن مفهوم «المتوازي» في القرن التاسع الميلادي، وتوالت حتى القرن الثالث عشر الميلادي. ونشر أبرز الرياضيين نصوصا في هذا الموضوع؛ ويتعلق الأمر، على الخصوص، بثابت بن قرة في القرن التاسع الميلادي، وأبي العباس

النيريزي في القرن العاشر الميلادي، وابن الهيثم وعمر الخيام في القرن الحادي عشر الميلادي، ونصير الدين الطوسي ومحيي الدين المغربي في القرن الثالث عشر الميلادي. وكما تم إثبات ذلك بعد زمن طويل، آلت هذه الجهود إلى الفشل، لكنها مكنت من توضيح المشكلة، ومهدت الطريق للإنجازات التي حصلت في أوروبا مع دراسة الهندسات اللاأقليدية.

وأدت الأعمال المنجزة عن مفهوم النسبة إلى صياغة أكثر إقناعا، بالنسبة إلى تلك الفترة التاريخية، لمفهومي النسب المتساوية والنسب غير المتساوية. لقد برروا أيضا، على نحو بعدي(*a posteriori*)، المبادرات المتخذة من قِبَل بعض الرياضيين لتوسيع نطاق مفهوم العدد. ونذكر من بين أصحاب أهم المساهمات ذات الصلة بهذا الإشكال، أبا عبد الله الماهاني وعمر الخيام ونصير الدين الطوسي.

أما جهود التفكير في الآلات والموضوعات الرياضية، فقد توزعها اتجاهان: يتعلق أولهما بتحديد مفاهيم الوحدة واللامتناهي وبأساس العد. وقد اتسع نطاق النقاش في هذه المسائل، التي أثارها الرياضيون وحدهم في مبدأ الأمر، ليشمل دوائر الفلاسفة والمتكلمين. ويتعلق ثانيهما بدراسة أدوات البرهنة، أي الطرق المختلفة لإثبات خاصية أو تعليل صحة بناء، أو وجود حل لمعادلة ما. والأعمال المعروفة والمدروسة، في هذا الشأن، هي أعمال أبي سعيد السِّجْزي وإبراهيم بن سنان وابن الهيثم. عالج الأولان مختلف الطرائق التي يمكن اللجوء إليها في معالجة مسألة هندسية

تبعا لطبيعتها (خاصية يتعين إثباتها أو بناء يتعين إنجازه). ويتعلق ثالثهما بأداتين برهانيتين مهمتين ورثهما المسلمون عن اليونانيين: وهما التحليل والتركيب.

## الجبر

يسمح لنا تحليل مضمون أهم المخطوطات الجبرية العربية التي وصلتنا من تكوين فكرة عن ضروب التقدم الجوهرية التي شهدها هذا الحقل المعرفي، والتي يمكن إجمالها بالعبارات الآتية: اتساع دائرة هذا المجال مع ظهور أدوات جديدة، وتدخل هذه الأخيرة المتزايد في علوم أخرى بوصفها وسائل لحل مسائل عملية أو نظرية، واستقلاله التدريجي إزاء علم الحساب والهندسة.

يُعَدُّ كتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة لأبي عبد الله الخوارزمي، المنشور بين سنتي 813م و833م، من قِبَل مؤرخي العلوم، في أيامنا هاته، أول حدث هام في تاريخ الجبر المديد. وبقراءة بعض النصوص القديمة وبعض الشهادات، ينشأ لدينا انطباع بأن الوضع، في نهاية القرن الثامن الميلادي، كان ملائما لقيام مبادرات جديدة في مختلف فروع العلم. فلا عجب إذن أن نقرأ أنه قد راودت العديد من المؤلفين فكرة تصنيف مرجع في الجبر في الوقت نفسه الذي ألف فيه الخوارزمي كتابه. ثم إن أحد تلك التصانيف، التي وصلنا جزء منها، يؤكد صحة ما ورد في الشهادات المذكورة، وهو لأبي الفضل عبد الحميد بن ترك. وإذا

كانت تصانيف جبرية أخرى، من الفترة نفسها، لم تصمد في وجه الزمان، فمرد ذلك على الأرجح إلى أن محتواها كان مشابها لمحتوى كتاب الخوارزمي، ولعل هذا الأخير استفاد من ميزة اختياره الحاسمة من قِبَل الخليفة المأمون ليكون عضوا في بيت الحكمة المشهور ببغداد.

لا نعلم إذن ما تم إحرازه من تقدمٌ في حياة هذا العالم الرياضي أو خلال العقود التي تلت وفاته، ذلك لأن المراجع والشروح التي نُشرت في هذه الفترة فقدت جميعا أو أدمجت محتوياتها في أعمال لاحقة. وأقدم رسالة احتوت على مستجدات في هذا الحقل هي تلك التي نشرها أبو كامل بن أسلم في نهاية القرن التاسع الميلادي. وفي هذه الرسالة جرى استعمال أعداد أكثر «تعقيدا» من الأعداد الصحيحة أو الكسور، أي أنواع شتى من الأعداد الصماء، بالإضافة إلى معالجة أكثر مرونة للمجهولات المتضمنة في المعادلات. انطلاقا من نهاية القرن العاشر الميلادي، ارتسمت اتجاهات جديدة، إذ تم، في المقام الأول، استعمال متعددات الحدود التي أخضعت لكل العمليات الحسابية الكلاسيكية (التي لم تكن تجرى في السابق إلا على الأعداد والمجهولات). وسيشكل ذلك أولى الخطوات الملقاة في الحقل الشاسع الذي سيسمى لاحقا في أوروبا «جبر البنيات». وصاحبا هذه الأبحاث الجديدة هما أبو بكر الكرجي في القرن الحادي عشر الميلادي والسموأل بن يحيى المغربي في القرن الثاني عشر الميلادي. وفيما بعد ظهر حل أنواع جديدة من

المعادلات مثل تلك التي تنعت بالمعادلات «الديفونطية»، لأنها مستلهمة من قراءة المسائل العددية لديوفنطس. وأخيرا مكنت النظرية الهندسية للمعادلات التكعيبية الرياضيين العرب من تجاوز الصعوبة التي واجهتهم في حل مسائل من الدرجتين الثالثة الرابعة عن طريق الحساب. ومن بين رواد هذا الباب الجديد يمكن ذكر أبي عبد الله الماهاني في القرن التاسع الميلادي و أبي الجود بن الليث في القرن العاشر الميلادي، ونذكر على الخصوص الشاعر الفيلسوف المشهور عمر الخيام في القرن الحادي عشر الميلادي. ولكن يتعين علينا أن نوضح أنه على الرغم من الأهمية النظرية التي تكتسيها هذه الإنجازات، فإنها لم تكن قادرة على إرضاء مستعملي الرياضيات الذين يعملون في مجالات علمية أخرى. وكان هذا هو حال الفلكيين الذين لجؤوا إلى ابتكار أو تحسين تقنيات تقريب معقدة من أجل حساب حلول المسائل التي كان يتعين عليهم حلها وعدم الاكتفاء بوجودها. وقد سمح هذا الأمر، موضوعيا، بتيسير نشوء موضوع جديد من موضوعات البحث الرياضي وهو التحليل الرقمي. ومن رواد هذا المجال، كان هناك في الشرق شرف الدين الطوسي في القرن الثاني عشر الميلادي، وغياث الدين الكاشي في القرن الرابع عشر الميلادي. وفي الغرب الإسلامي وصلتنا مساهمات أصيلة اكتشفت حديثا في كتاب فقه الحساب لابن منعم العبدري، وفي كتاب رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب لأبي العباس بن البناء. ومع تطور مختلف هذه الموضوعات، لوحظ وجود اتجاه يبتغي تحقيق استقلالية أكبر

للممارسات الجبرية إزاء الهندسة. منذ نهاية القرن التاسع، لم يكن أبو كامل بن أسلم يحترم القاعدة المقدسة لتجانس موضوعات الهندسة المتدخلة في مسألة ما. ولم يتردد أبو بكر الكرجي بعده في عرض أدلة يمكن أن نقول اليوم إنها «جبريةّ»، فضلا عن البراهين الهندسية التي عُدَّت في تلك الفترة ضرورية لإثبات صحة عمليات جبرية. واستمر هذا الاتجاه مع الخيام والطوسي اللذين عرفا كيف يستثمران خصائص متعددات الحدود المتدخلة في المعادلات، واستنبطا من هذه الأخيرة المنحنيات (قطوع متكافئة، قطوع زائدة، دوائر) المستعملة في حلها. وتجدر الإشارة إلى ثمرة هذه المساعي المُجَدِّدة التي تجليها، في نهاية القرن الثالث عشر الميلادي، مبادرة الرياضي المغربي ابن البناء المتمثلة في التخلص من الإحالة إلى الهندسة عندما يعرض مسائل جبرية، وخصوصا عندما برهن على وجود حلول للمعادلات. في امتداد هذه المساعي يجدر بنا أن ندرج إنشاء أداة جديدة، أصبحت ضرورية في كل فروع الرياضيات، وهي الرمزية الحسابية والجبرية. ويجب أن نلاحظ، قبل كل شيء، أن لا أحد ادعى هذا التجديد الكبير، وأن بلاد المغرب هي المنطقة الوحيدة في الإمبراطورية الإسلامية التي استعملت فيها الرمزية المذكورة انطلاقا من القرن الثاني عشر الميلادي. وقد همت هذه الرمزية مختلف أشكال الكسور والعمليات المتعلقة بحساب المواريث، لتشمل بعد ذلك مجال المعادلات ومتعددات الحدود. ولا يُعرف بالتحديد تاريخ إدخال الرمزية في تعليم الرياضيات في بلاد المغرب، لكن حضوره ثابت في المراجع، منذ القرن الرابع عشر

وحتى نهاية القرن الخامس عشر الميلاديين، كما تؤكد ذلك مصنفات أبي العباس بن قنفذ القسنطيني وأبي الحسن علي القلصادي وأبي عبد الله بن غازي المكناسي.

## الممارسات التوافقية

وفي مؤلف مغاربي من القرن الثاني عشر الميلادي، أيضا، ظهر لأول مرة في تاريخ الرياضيات، حسب علمنا، باب مستقل أفرد لمعالجة موضوع توافقي خالص. في البلدان الإسلامية يجد هذا الموضوع أصله في أولى الانشغالات اللغوية والعروضية التي نشأت خلال القرن الثالث عشر الميلادي حين أصبحت اللغة العربية ناقلة دين جديد وتعبيرا عن السلطة السياسية التي تحكم باسمه. وبالفعل، عرضت أعمال اللغوي والمعجمي الشهير الخليل بن أحمد الفراهيدي أولى العمليات التوافقية مصحوبة بأولى عمليات التعداد المعروفة في هذه الحضارة. ويتعلق الأمر وقتئذ بتحديد عدد الكلمات التي يمكن الحصول عليها بواسطة حروف الأبجدية العربية. وتُبين الوثائق التي وصلت إلينا أن أنواعا أخرى من الحساب أجريت في محاولة تروم حل المسألة نهائيا. لكن يبدو أن صعوبات نظرية وتقنية حالت دون ذلك. وموازاة لهذه المحاولات الفاشلة، واجه الرياضيون، أيضا، مشكلات ألجأتهم، بطبيعة الحال، إلى الإحصاء والتعداد والاستدلال بطريقة توافقية، لكن إلى حدود الساعة، لا يوجد أي عنصر يسمح بالقول إنهم حلوا المسألة التي طرحها الفراهيدي في القرن الثامن الميلادي. كان يجب انتظار

قدوم سياق سياسي وثقافي جديد في مراكش، عاصمة الموحدين، لكي تُستأنف النقاشات والأبحاث في هذه المسألة. وأدى ذلك إلى أعمال أصيلة أنجزها الرياضي ابن مُنعم العبدري. لقد أفرد في كتابه فقه الحساب فصلا كاملا لعرض العمليات والصيغ التي تسمح بتعداد ألفاظ أي لغة. وللوصول إلى هذه النتائج المهمة لجأ إلى بناء مثلث حسابي هو عبارة عن جدول أعداد يستعمل في مجالات رياضية شتى، ويحمل اليوم اسم «مثلث باسكال». وأثبت، أيضا، نتائج وسطى شكلت فيما بعد أولى أدوات التحليل التوافقي.

ما كان حل المسائل المطروحة في اللغة العربية ليضع حدا للممارسات التوافقية. في منتصف القرن الثالث عشر الميلادي، وسّع الرياضي ابن البناء نتائج سلفه ابن منعم العبدري الذي وضع، لأول مرة، مبرهنة تسمح بحساب توافقات $n$ أشياء $p$ إلى $p$ دونما حاجة، في كل مرة، إلى إنشاء المثلث الحسابي. ويتعلق الأمر بصيغة معادلة لهذه (متبوعة بالكتابة المصطلح عليها):

$$k! = 1 \times 2 \times 3 \times \ldots \times (k-1) \times k$$

$$C_n^p = \frac{n!}{p!\,(n-p)!}$$

بعد القرن الثالث عشر الميلادي، واصلت طائفة من المؤلفين الإحالة إلى هذه النتائج واستعمالها، موسعين بالفعل مجال تطبيقها. بل لقد جرى البحث عن حل لمسائل خارج الرياضيات باستلهام الطرائق الجديدة التي لم تكن بعد قد ميزت باسم، ولكن كان ينظر

إليها بوصفها مختلفة عن تلك التي كانت شائعة في الحساب أو في نظرية الأعداد. وكذلك كان الحال، على سبيل المثال، في تعداد كل القراءات الممكنة لجملة ما، بمراعاة قواعد النحو العربي، أو في تعداد الصلوات التي يجب على المؤمن أن يؤديها لقضاء بعض ما نسي منها في الأيام أو الشهور الخوالي.

## حساب المثلثات

ظهرت العناصر الأولى لحساب المثلثات في علم الفلك، أولا في اليونان، ثم في الهند، قبل أن تصبح، ابتداء من أواخر القرن الثامن الميلادي، جزءا من العُدَّة الذي توافر عليها الفلكيون العرب للتعبير عن مسائلهم وحلها. وقد ساعدت على تطور هذا المجال التوجهات النظرية كما التطبيقية للأنشطة الفلكية والجغرافية. وهمت التوجهات الأولى دراسة حركة الكواكب وعمل الجداول المرتبطة بها أو الجداول التي كانت تتخذ أدوات، مثل تلك التي تعطي قيم الدوال المثلثية الأساسية. أما التوجهات الثانية، فكانت استجابة لمطالب المحيط الاجتماعي-الاقتصادي والديني. وقد تجسد هذا في حساب الوقت، وتحديد خطوط الطول والعرض (من أجل تحديد اتجاه مكة حيث قبلة الصلاة على الخصوص)، وتصميم الآلات واستعمالها، وإنشاء جداول متعددة استجابة لحاجات محددة (تقاويم شمسية، قمرية، ونصف قمرية، وأوقات الصلوات اليومية ...الخ).

وأولى المفاهيم التي صادفها الفلكيون العرب من حساب المثلثات مفهوم وتر الزاوية المزدوجة ذو الأصل اليوناني، ومفهوما الجيب ومعادل جيب التمام المقتبسان من الهند. ولأسباب اقتصادية، أختار الحُسَّاب تدريجيا الأدوات الهندية، ووسعوها بواسطة مفاهيم جديدة، مثل مفهومي الظل وظل التمام. ولما تعودوا على هذه الأدوات، استعملوها للتعبير عن كل النتائج الموروثة عن اليونان، ولإنجاز حسابات جد معقدة. وموازاة لذلك حسنوا من فعاليتها بإنجاز جداول تعطي قيم الدوال المثلثية بدقة أكبر. مع ذلك، وعلى الرغم من جهود الرياضيين، فإن الأداة الأساسية التي كان يعتمد عليها الفلكيون في عملهم اليومي كانت لا تزال هي مبرهنة منلاوس العائدة إلى القرن الثاني الميلادي، والتي تمت مصادفتها أول مرة في كتاب المجسطي لبطليموس معبرا عنها بالصيغة الآتية (انظر الشكل رقم 1):

$$\frac{corde(2AE)}{corde(2EB)}=\frac{corde(2AF)}{corde(2FD)}.\frac{corde(2DC)}{corde(2CB)}$$

والتي «ترجمت» بلغة مثلثية إلى الصيغة الآتية:

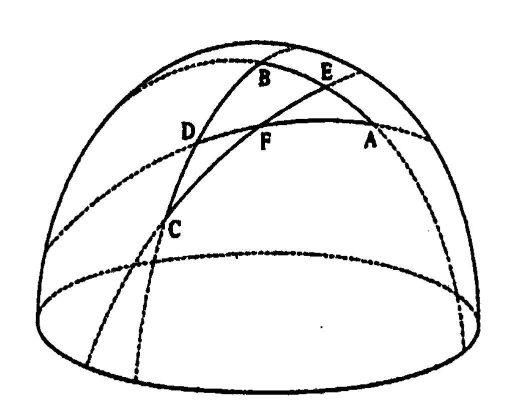
$$\frac{\sin(AE)}{\sin(EB)}=\frac{\sin(AF)}{\sin(FD)}.\frac{\sin(DC)}{\sin(CB)}$$

ومع ذلك، تجب الإشارة إلى تقدم مهم حصل خلال النصف الأول من القرن العاشر الميلادي، وتمثل في إقامة علاقات بين أهم الدوال المثلثية، والاستدلال على مبرهنات جديدة. لكن كان يتعين

انتظار نهاية القرن العاشر وبداية الحادي عشر الميلاديين لينجح الرياضيون، أخيرا، في إقامة المبرهنة التي كانت مصدر فخر لبعضهم، وأثارت جدلا في شأن اكتشافها: إنها مبرهنة الجيب، والمسماة «المبرهنة التي تغني» لأنها تتفادى، آخر الأمر، استعمال مبرهنة مينلاوس. وصياغتها الحديثة على النحو الآتي (انظر الشكل 2):

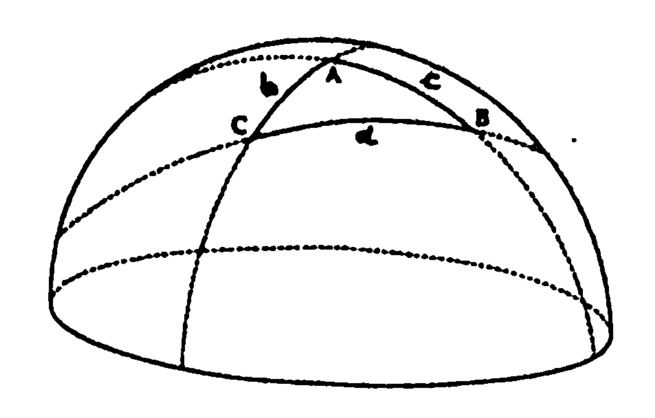
$$\frac{\sin\hat{A}}{a}=\frac{\sin\hat{B}}{b}=\frac{\sin\hat{C}}{c}$$

حيث B،A و Cزوايا مثلث كروي أضلاعه a وb وc كلها قِسيّ دوائر كبيرة للكرة المعنية.




**الشكل رقم:1**

الحروف B،A، C، D، E، F هي نقط تقاطع قِسيّ دوائر كبرى مرسومة على كرة.




## الشكل رقم : 2

وبفضل طابعها الوجيز، سمحت هذه الصيغة بربح الوقت حين يراد حساب بارمتر ما تبعا لثلاثة بارمترات معروفة سلفا. وفي نهاية القرن العاشر الميلادي، أُقِرَّت هذه النتيجة، في وقت واحد تقريبا، في بغداد من قِبَل أبي الوفاء البوزجاني، وفي إحدى مدن أسيا الوسطى حيث اشتغل أبو نصر بن عراق وأبو الريحان البيروني. ونجدها أيضا في مؤلف، من الفترة نفسها، صنف في الأندلس من قِبَل أبي عبد الله بن معاذ الجياني. وفي أواخر القرن العاشر الميلادي، أيضا، بدأ حساب المثلثات يشكل موضوعا لباب مستقل في المصنفات الفلكية، كما نلاحظ ذلك في الرسالة في معرفة القسيّ الفلكية لابن عراق، وفي كتاب المجسطي لأبي الوفاء. وقد تمثلت المرحلة الأخيرة في هذا السير نحو الاستقلال الذاتي في نشر مؤلفات أُفرِدت بالكامل لأدوات حساب المثلثات. بدأ هذا في القرن الحادي عشر الميلادي مع مفتاح الهيئة للبيروني، ثم كتاب مجهولات قسي الكرة لابن معاذ، وأخيرا، مع كتاب شكل القطاع للرياضي والفلكي نصير الدين الطوسي وهو الأخير في هذه السلسلة.

## الفصل الثاني

# الفلك أو علم هيئة السماء

يظهر أن علم الفلك، بالمقارنة مع العلوم الأخرى التي نشأت أو تطورت في إطار الحضارة الإسلامية بين القرنين الثامن والخامس عشر الميلاديين، هو العلم الذي استفاد من الإمكانات الأكثر أهمية، واحتل أشرف المراتب في سلم العلوم. فبفضل المسائل النظرية التي درسها، والمشكلات العملية التي كان يتعين عليه حلها، عرف هذا العلم نجاحا مستمرا سواء لدى حكام الإمبراطورية ومختلف الممالك، أو لدى الأثرياء من رعاة المعرفة، أو في صفوف الشرائح الأكثر تواضعا في الحاضرة الإسلامية. ولهذا النجاح ثلاثة أسباب على الأقل.

أول هذه الأسباب ذو طبيعة ثقافية، إذ مع مجيء الإسلام بدأت ثلاث مسائل مرتبطة بالممارسة الدينية (انظر أدناه) تشغل بال بعض المؤمنين. ولما كانت الحلول التي لديهم حينها قد عُدَّت غير مقنعة، فزع هؤلاء المؤمنون إلى أوائل الفلكيين طالبين منهم حلولا «علمية».

والسبب الثاني مرتبط بمعرفة مستقبل الأفراد والدوائر

الاجتماعية والسلطات. لقد تدخل علم الفلك في هذا المجال، بشكل غير مباشر، بواسطة التنجيم. ويقوم هذا الأخير على مبدأ أن عالم ما تحت القمر، وكل ما فيه من الأحياء، خاضع لتأثير حركة الكواكب، بل يذهب المنجمون إلى حد القول بأن هيئة السماء لحظة ميلاد الشخص هي التي تحدد مصيره. وعلى ذلك، ينبغي لحركة الأجرام السماوية، بحسب اعتقادهم، أن تؤثر، بشكل مباشر أو غير مباشر، في الأحداث المرتبطة بالحياة الفردية والجماعية للناس. ويلزم من ذلك أن المنجم مُحوَج إلى معرفة حركة الكواكب، ومواقعها في كل لحظة، بأقصى ما يمكن من الدقة، أي أن يكون مطلعا على المعلومات التي تشكل موضوع النشاط العلمي للفلك نفسه. يضاف إلى ذلك أن الهجوم الذي شنه خصوم التنجيم، من متكلمين ومؤرخين وفلاسفة، لم يطل ما هو رياضي وفلكي في هذا العلم، بل استهدف أصوله وأحكامه لا غير.

أما السبب الثالث، فهو علمي محض، ولا علاقة له بالاعتبارات النفعية، بل له علاقة بحاجة علماء الفلك إلى البحث عن أجوبة للمسائل سواء تلك التي تطرحها العلوم الأخرى أو تلك التي يطرحها علمهم نفسه بقدر ما يتقدم البحث. ويجب أن نضيف إلى ذلك إجراء يختص به علم الفلك، ألا وهو التحقق من البارمترات التي قَدَّرَها الفلكيون القدماء، واختبار النماذج النظرية التي ورثوها عنهم. ولأجل هذا الغرض، احتاج الفلكيون أحيانا إلى تحسين أدوات رياضية تسمح باستخلاص أو تفسير بعض القوانين التي

تحكم حركات الأجرام السماوية.

تحت تأثير هذه العوامل الثلاثة، مر فلكيو بلاد الإسلام، قبل كل شيء، من مرحلة الاستيعاب والدراسة النقدية للموروث القديم. إن الموضوعات التي طوروها كانت تعنى بالوصف الدقيق للكوكبات ومواقع النجوم التي تتألف منها، مع رسم خريطة للسماء، وإعداد الأدوات الرياضية التي سيتم جمعها في باب الفلك الكروي، وإنشاء نماذج كوكبية وجداول فلكية. لكن في علم الفلك التطبيقي، ومن دون انتظار توافر متن متجانس، باشروا أعمالا رامت الإجابة عن مسائل يطرحها محيطهم أو إنجاز برامج بأمر من الدولة. وانتهت هذه الأنشطة إلى الانتظام في حقول معرفية، لها تقنياتها الخاصة ومصنفاتها المتخصصة، بل جماعاتها المشتغلة بها. وقد عنيت هذه الأنشطة برصد حركة الأجرام السماوية وبعض الظواهر غير الاعتيادية وغير المنتظمة (لكنها لم تكن موضوع دراسة متواصلة ومنهجية)، كما عنيت بتصميم الآلات الفلكية وصناعتها وأوجه استعمالها، وتحديد الوقت، وإعداد التقاويم.

## الفلك الشائع

قبل انطلاق ظاهرة الترجمة التي ستكشف عن كنوز المعرفة العالمة التي خلفتها الحضارات السابقة على مجيء الإسلام، كانت المعرفة الفلكية عند العرب مقتصرة على ما سيسمى لاحقا «الفلك

الشائع»: فصول السنة، والظواهر الجوية، وحركة النجوم والكواكب، وتحديد الوقت، وحركة الشمس الظاهرة في مدارها السنوي، وكذلك حركة القمر. وكانت هذه المعرفة الفلكية متاحة للجميع لأنها تعتمد على الملاحظة والخبرة المكتسبة.

مع مجيء الإسلام، قادت ممارسة الشعائر الدينية المؤمنين إلى حل مسائل عويصة بالوسائل القليلة المتاحة وهي: ضبط وقت كل صلاة من الصلوات الخمس اليومية، ومعرفة القبلة، أي اتجاه مكة، والتنبؤ بظهور الهلال. وخلال القرن الأول من تاريخ الإسلام، كانت الحلول المعتمدة تقريبية، وتدل على غياب كل نشاط معرفي عالم. فلمعرفة أوقات الصلوات خلال النهار، كانت تستعمل تقنية الغنومون[3]، أي حركة ظل عصا مثبتة عموديا أو أفقيا على سطح مستو. أما في الليل، فكان يعتمد على حركة القمر. ولتحديد اتجاه القبلة، كانت تتم مراقبة طلوع وأفول بعض النجوم. وكانت أعوص المشكلات تتمثل في تحديد يوم رؤية الهلال، إذ كان يقتصر آنذاك على مراقبة السماء والاعتماد على حدة بصر المراقبين.

## مرحلة الترجمة

يعود أصل الأعمال العربية الأولى في الفلك، قبل الإسلام، إلى ثلاثة تقاليد علمية: التقليد الفارسي، التقليدي الهندي، والتقليد اليوناني على الخصوص. وفيما يتعلق بالترجمات التي تمت من

---

(3). معربة من اليونانية (γνώμων)؛ وهي المزولة. (المترجم)

الفارسية، يذكر ابن النديم (القرن العاشر الميلادي) أسماء خمسة عشر مُتَرْجِمًا، لكن من دون تسمية الأعمال التي قاموا بترجمتها. ويتمثل أحد أهم نصوص هذا التقليد في الجداول المسماة "زيج الشهريار". أما فيما يتعلق بالمصنفات الهندية، فقد بدأت ترجمتها تحت حكم المنصور وبأمر منه. ولا نعرف لا عدد هذه الأعمال ولا عناوينها، والمؤلفون الذين ذكروها لم يقولوا شيئا عن مضامينها. هكذا يخبرنا عالم الفلك صاعد الأندلسي، من القرن الحادي عشر الميلادي، أن مذهب السند هند هو وحده الذي انتهى إلى العرب من المذاهب الهندية الثلاثة المعروفة. ومن بين أعمال هذا التقليد يمكن ذكر كتاب (آريبهطيا- Arybhatiya ) الذي ألفه آريبهطا (Aryabhata) في القرن السادس الميلادي، وكتاب آخر من القرن السابع الميلادي، وهو كهنكهضياكا (Khanakhadyaka ) لصاحبه براهمغوبتا (Brahmagupta)، والذي يرجح أن يكون هو الكتاب الذي أمر المنصور بترجمته. وكذلك كتاب كرن تلك (*Karana Tilaka*)) لصاحبه بجيانند (Bijayandin) والذي نقله البيروني في بداية القرن العاشر الميلادي.

وبناء على الإحالات التي نلفيها عند الفلكيين الذين استعملوا هذه المصادر، نعلم أنها تحتوي على أولى أدوات حساب المثلثات، مثل مفهوم جيب الزاوية الذي يفضله حُسَّاب البلدان الإسلامية على مفهوم وتر الزاوية المزدوج المستعمل عند اليونانيين، وعلى جداول صغرى تعطي قيم جيوب بعض الزوايا. وتحتوي أيضا على

خوارزميات حساب بعض البارمترات التي تسمح بإنشاء الجداول الفلكية وكذلك عمليات القياس.

أما بالنسبة إلى القسم المتعلق بالتراث الفلكي اليوناني الذي تُرجم إلى العربية، فالمعلومات عنه كثيرة وجد دقيقة سواء فيما يخص المضمون أو المترجمين، بل نلفي أحيانا معلومات عن عن مختلف الترجمات التي أنجزت للعمل الواحد وعن الإصلاحات التي عرفتها هذه الترجمات. ونعلم أيضا أن أهم مصنف يوناني في الفلك، وهو كتاب المجسطي لبطليموس الذي يعود إلى القرن الثاني الميلادي، قد تمت ترجمته في البداية من السريانية إلى العربية نحو منتصف القرن الثامن الميلادي قبل أن يُترجم من اليونانية. وقد تم إحصاء ثلاث ترجمات عربية، على الأقل، انطلاقا من لغته الأصلية. وقد صلتنا منها اثنتان تعودان معا إلى القرن التاسع الميلادي: ترجمة الحجاج بن مطر وترجمة إسحق بن حنين، واستفادت هذه الأخيرة من مراجعة الرياضي الكبير ثابت بن قرة. وتُرجمت كتب أخرى لبطليموس أيضا، مثل كتاب اقتصاص أحوال الكواكب وكتاب تسطيح الكرة. ويجب أن نذكر أيضا الأعمال الهندسية الضرورية لعلماء الفلك، مثل كتاب الأكر لمينلاوس، من القرن الثاني الميلادي، وكتاب الكرة المتحركة لأوطولقس، من القرن الثالث قبل الميلاد، ومراجع تصف آلات فلكية مثل كتاب العمل بذات الحلق لثاون الإسكندراني، من القرن الرابع الميلادي.

وعلى الرغم من التحريات التي تحدثنا عنها سابقا، فإن كتب التنجيم القديمة كانت جد مطلوبة من قِبَل المترجمين العرب. وقد قدم التقليد اليوناني أكبر عدد منها: ومن المؤلفين الذين ترجمت كتبهم، يمكن ذكر دورثيوس الذي عاش في القرن الأول قبل الميلاد، وفالنس وهرمس، السابقين على القرن الرابع قبل الميلاد[4]، وكذلك بطليموس. وقد نُسبت بعض النصوص إلى أفلاطون أو أرسطوطاليس. وترجم أيضا نحو من عشرين مؤلفا هنديا، بعضها من تأليف فلكيين مشهورين مثل كنكا. وقدم التقليد الفارسي أيضا نصوصا أكثرها رواجا كانت نصوص زرادشت وجماسب. أما التقليد التنجيمي الرابع، فهو تقليد البابليين. فلأسباب جغرافية واضحة، كان هذا التقليد هو الممارس بكثرة في المنطقة قبل مجيء الإسلام، وكانت مؤلفاته لا تزال متداولة في القرن السابع الميلادي، كما أكد ذلك المترجم أبو بكر بن وحشية النبطي، في القرن التاسع الميلادي، بخصوص كتاب ذواناي (Dahwanây)، الأكثر شهرة والأكثر أهمية، والذي قال في حقه: «وهو كتاب عظيم المحل والقدر نفيس. ولم يستو لي نقله كله، بل نقلت منه صدرا، لأنني وجدته في نحو ألفي ورقة».

## بدايات علم الفلك العربي

على غرار المجالات العلمية الأخرى، لا نملك سوى معلومات

(4). والحال أن أولهما عاش في القرن الثاني الميلادي، وثانيهما شخصية أسطورية. (المترجم)

قليلة جدا عن الظروف التي ظهرت فيها الأنشطة الفلكية الأولى المستوحاة من الترجمات التي أتينا على ذكرها. ولكن وصلتنا أسماء بعض الرواد، وكذلك بعض جوانب إنتاجهم العلمي. ويمكن أن نذكر في مجال الآلات الفلكية، في القرن الثامن الميلادي، محمد الفزاري الذي كتب كتابا عن آلة تسمى «ذات الحلق» وكتاب آخر عن استعمال الأسطرلاب. وبعده كتب المنجم المشهور ما شاء الله اليهودي كتابا عن صنعة الأسطرلاب والعمل بها.

أما في المجال النظري، فإن الذي ظل مهيمنا هو دراسة وتطبيق التقنيات والمفاهيم الهندية طيلة الثلث الأخير من القرن الثامن الميلادي: إذ بعد استيعاب مضمون السند هند، نشر الفلكيون العرب سلسلة من الجداول الفلكية، مثل الزيج على سني العرب للفزاري، والزيج محلول في السند هند لدرجة درجة ليعقوب بن طارق، والزيج اللطيف لجابر بن حيان. ومن أبرز ممثلي هذه المدرسة الخوارزمي، المعروف اليوم بوصفه صاحب أول كتاب في الجبر. منذ القرن التاسع الميلادي، وموازاة للتقليد الهندي، نلاحظ تشكل تقليد يوناني انطلاقا من دراسة المجسطي لبطليموس. ومن علماء القرن التاسع الميلادي الذين جعلوا هذا الكتاب في متناول طلاب العلم وأغنوه باستدراكاتهم ومساهماتهم الخاصة، يمكن أن نذكر أحمد النهاوندي وأبا العباس الفرغاني وثابت بن قرة وسليمان بن عصمة. ومع الأسف، لم يصلنا أي واحد من هذه الأعمال. وقد اعتمدت مصنفات يونانية أخرى في برنامج تكوين فلكي

المستقبل، مثل مصنفات مينلاوس وثيودوسيوس التي ذكرنا من قبل[5].

وفي القرن التاسع الميلادي، تطورت أيضا ممارسة الرصد والقياس العالمة. لقد أنجزت الأعمال الأولى في هذا المجال بأمر من الخليفة العباسي المأمون، وذلك ابتغاء التحقق من كل البارمترات الموروثة عن اليونانيين. ومن بين المهام التي أُسندت إلى فريق الفلكيين الذين جندتهم الدولة لهذا الغرض، نذكر تحديد ميل دائرة البروج، وقياس درجة من خطوط الطول، علاوة على مبادرة الاعتدالين. وموازاة لذلك، شرع في إنجاز أبحاث تروم حل المشكلات الثلاث التي تطرحها الممارسة الدينية الإسلامية. ومن بين المؤلفين الذين عكفوا على مسألة الهلال، نجد رياضيين مشاهير أمثال الإخوة بني موسى وثابت بن قرة. بل نجد الفلكي ابن عصمة قد صمم آلة تقدم حلا ميكانيكيا لهذه المشكلة. وفيما يتعلق بتحديد اتجاه القبلة، نعلم مساهمات أبي حنيفة الدينوري وحبش الحاسب في القرن التاسع الميلادي. وقد قام الخوارزمي بحساب أوقات الصلوات اليومية عن طريق الأدوات الجديدة التي قدمها حساب المثلثات.

أما فيما يتعلق بالنشاط التنجيمي، فقد تطور، خلال القرن الثامن الميلادي – بتشجيع من الخلفاء العباسيين على الخصوص، وعلى نحو متصل بالأنشطة التنجيمية – تقليد عربي حقيقي في هذا

---

(5). لم يذكر اسم ثيودوسيوس فيما تقدم من الكتاب. (المترجم)

المجال، مع وجود منجمين رسميين يموّلهم الخلفاء. ثم إن بعضهم استشيروا من قِبَل المنصور لاختيار موقع بغداد العاصمة الجديدة التي بنيت سنة 762م. وكان لهارون الرشيد أيضا منجمون معتمدون مثل الفضل بن سهل. ومن بين الفلكيين الذين نشروا كتبا في التنجيم خلال هذا القرن نفسه، يمكن أن نذكر الفزاري ويعقوب بن طارق. لكن كان هناك أيضا مؤلفون متخصصون في هذا المجال مثل ما شاء الله اليهودي الذي صنف أزيد من عشرين مؤلفا في الموضوع، أو عمر بن الفرخان الطبري والفضل بن نَوْبخت اللذين نشرا عشرات الأعمال.

## الفلك النظري

لا يشمل الفلك النظري الأعمال المتعلقة بإنجاز الجداول الفلكية فحسب، بل يشمل أيضا مجموع المساهمات المتعلقة بحركة الأجرام السماوية وإنشاء النماذج الفلكية التي تفسر تلك الحركة. وفي كلا هذين النشاطين الكبيرين، كان اللجوء إلى الأدوات الرياضية أمرا ثابتا. ولغرض التبسيط، يمكن تقسيم هذه الأدوات إلى فئتين: أدوات يونانية في الأساس، مثل الهندسة المستوية والكروية وهندسة المخروطات؛ وأدوات تم، انطلاقا من الإرث الهندي البابلي، تحسينها بل إبداعها، أحيانا، استجابة لحاجات علم الفلك. وتهم هذه الفئة الثانية، على الخصوص، بعض الأدوات الحسابية والجبرية، وأدوات حساب المثلثات.

## الجداول الفلكية

تنقسم الجداول الفلكية إلى مجموعتين كبيرتين: تتعلق الأولى بالمسائل العملية المرتبطة بالحياة اليومية في المدينة الإسلامية في العصر الوسيط، مثل وضع التقاويم، ثم، كما وضحنا سابقا، تحديد اتجاه القبلة ووقت ظهور الهلال. وتضم الثانية الجداول التي تساعد الفلكيين في نشاطهم اليومي مثل الجداول المثلثية، علاوة على جداول أكثر تخصصا تساعد في تحديد معادلة الوقت ومعدلات حركات الكواكب والبارمترات المرتبطة بالكسوفات.

وقد نُشرت بعض الجداول بشكل مستقل، بينما جمعت جداول أخرى في أعمال يطلق على الواحد منها اسم زيج. ومع تطور علم الفلك، نلاحظ تزايدا واضحا في عدد هذه الجداول التي تستجيب لاستعمالات مختلفة، ونلاحظ، في الوقت نفسه، أن دقة الحسابات ما فتئت تتنامى. وقد أصبح ذلك ممكنا بفضل تقدم الجبر وتطوير الخوارزميات التقريبية. ومن بين هذه الجداول، يمكن ذكر جداول ابن يونس المصري المتعلقة بتعديل القمر التي تعطي 30.000 قيمة للبارمتر، أو جداول محمد طرغاي ألغ بك التي أعطته 170.000 قيمة، علاوة على تلك التي تساعد في تحديد الكسوفات والخسوفات أو تعطي زاوية اختلاف منظري القمر والشمس. وفي الأخير يجب ذكر جداول أخرى لم ترد في الأزياج، والتي كانت ضرورية لإنجاز مختلف الحسابات أو صنع بعض الآلات، مثل جداول الضرب الستينية، وتلك التي كانت تُستعمل في رسم بعض

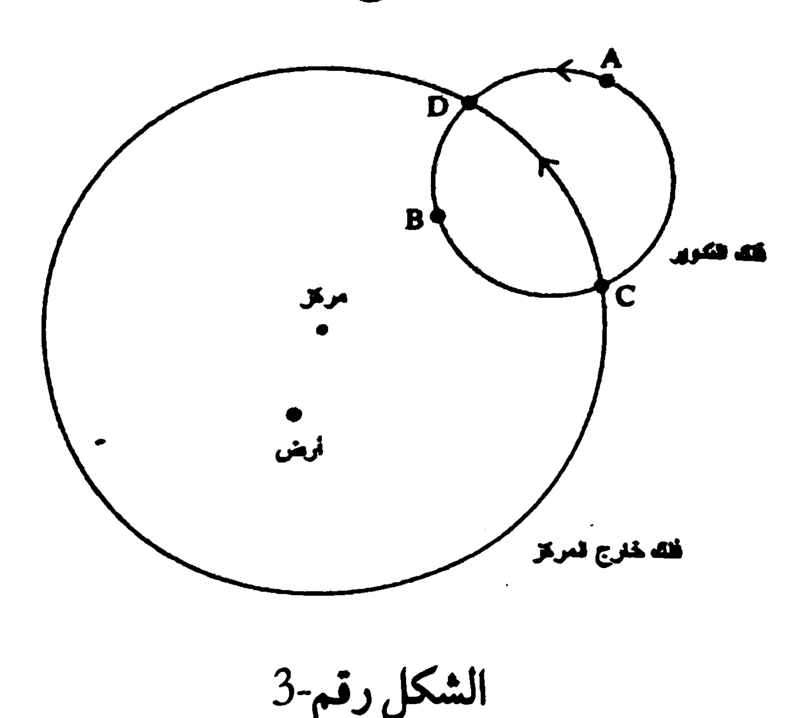
الخطوط على الأسطرلاب.

## النماذج الكوكبية

لفهم طبيعة محاولات فلكيي بلاد الإسلام الرامية إلى صياغة تفسيرات جديدة لحركات الكواكب الظاهرة، يجب أن نذكر باختصار بمحتوى النماذج الكوكبية الموروثة عن اليونانيين من خلال أعمال بطليموس. كان هذا الأخير وأسلافه يرون أن الأجرام السماوية تتنقل وفقا لحركتين دائريتين منتظمتين: حركة سماوية كلية، من الشرق إلى الغرب، وحركة عكسية خاصة بكل جرم. لكن الرصد كشف عن ظاهرتين تناقضان هذا النظام. ويتعلق الأمر بحركة الكواكب التي لا تبدو منتظمة، والمسارات الظاهرة لبعض هذه الكواكب التي ليست دائرية ولا تتم دائما في الاتجاه نفسه، ما دمنا نلاحظ تباطؤات وتوقفات وتغيرات في الاتجاه.

ولاحتواء هذه الصعوبة، وضع بطليموس تفسيرا يعتمد على دائرتين متحركتين، وهما «الفلك خارج المركز» و«فلك التدوير». وقد سمح التأليف بين الحركتين بتمثيل الظواهر بشكل صحيح. فلما كان الفلك خارج المركز ليس مركزه الأرض، تبدو حركة الكواكب أكثر سرعة أو أكثر بطئاً بحسب قربه أو بعده من الملاحظ. ومن جهة أخرى، ما دام قد افترض أن سرعة الكوكب في فلك التدوير أكبر من سرعته في الفلك خارج المركز، فإن سرعته

الظاهرة وحركته، عندما يتنقل في فلك التدوير، تتغيران على النحو الآتي: في النقطة A تجتمع سرعتا الدائرتين، وفي النقطة B تفترقان. وعلاوة على ذلك، نلاحظ، انطلاقا من الأرض، أن الكوكب يستقر في النقطتين C و D، ثم يرجع القَهْقَرَى.




الشكل رقم-3

اكتشف أوائل الفلكيين المسلمين هذه النمذجة لحركة الكواكب في كتابين لبطليموس، هما المجسطي واقتصاص أحوال الكواكب. وتبنوها واستعملوها طيلة القرنين التاليين. لكنهم شرعوا في نقده عند مطلع القرن الحادي عشر الميلادي. ثم انكب فلكيون وفلاسفة ورياضيون على المسألة محاولين إيجاد حل بديل. وكان ابن الهيثم من العلماء الأوائل المعروفين الذين شرعوا في مساءلة النماذج الفلكية اليونانية. وتقوم حجته الرئيسية، المعروضة في كتاب الشكوك على بطليموس، على ملاحظة أن نماذج هذا الأخير نظرية خالصة،

وليس لها أي وجود مادي. ولما كان مقتنعا، على حد قوله، بأنه من الممكن إنشاء نماذج تمثل الحركات الفعلية للكواكب، فقد باشر أبحاثا في هذا الصدد من دون أن يتوصل إلى نتيجة. لكن كان له شرف إثارة المشكلة والإشارة إلى مسالك جديدة في البحث. ثم إن مبادرته لم تبق حبرا على ورق، إذ تبلورت انتقادات جديدة وبُحثت حلول غير مسبوقة.

في الأندلس، عند نهاية القرن الحادي عشر، أعرب أبو بكر بن باجة، الفيلسوف والخبير في الفلك والرياضيات، بعد أن درس حجج ابن الهيثم، عن أفكار جديدة في موضوع حركة الكواكب. وهكذا، سيضع نموذجا قائما على الفلك خارج المركز، لكن من دون يدخل فيه فلك التدوير. وكما هي عادته، لم يكن يملك الوقت الكافي لتحرير تفاصيل هذه الأفكار التي وصلتنا عبر مجموعة من الشهادات، مثل شهادة موسى بن ميمون. وبعده توالت الأبحاث من قِبَل طائفة من الفلاسفة، من الذين يملكون معارف متينة في الفلك والرياضيات؛ ويبدو أن حلولا قد استشفت، ولا سيما في القرن الثاني عشر الميلادي من قِبَل ابن طفيل، الذي شرع في بناء نظام لم يدخل فيه لا فلك التدوير ولا الفلك خارج المركز. لكننا لا نملك أي معلومة عن محتواه. وهناك شهادة أخرى أكثر وضوحا، وتذكر محاولات ابن رشد، الشارح الأكبر لأرسطوطاليس، الذي كان قد اقترح إدخال الحركة اللولبية في إنشاء النماذج الفلكية. من المهم أن نسجل أنه، في أعقاب ابن الهيثم، لم تكن مختلف حجج

اللاحقين له في الأندلس، ممن ذكرناهم، حججا فلكية أو رياضية، بل إنما كانت حججا فلسفية خالصة. وفي الواقع، لقد نبذت النماذج البطلمية باسم مبادئ الفيزياء الأرسطية.

وهناك أيضا محاولات الفلكيين؛ إذ استأنف الأندلسي أبو إسحق البطروجي، في القرن الثالث عشر الميلادي، فكرة ابن رشد، وأدخلها في تمثيله لحركات الكواكب. لكن المساهمات الأكثر أهمية، بحسب علمنا، إنما تبلورت في المشرق. ففي كتابه التذكرة، اقترح الطوسي نموذجا جديدا بإنشاء دائرتين متماستين من الداخل، واللتين اشتهرتا باسم «مزدوجة الطوسي». وشعاع الدائرة الخارجية منهما ضعف شعاع الدائرة الأخرى؛ وتدور الدائرة الداخلية في الاتجاه المعاكس لاتجاه الأولى، وبسرعة مضاعفة. وقد استعملت هذه الفكرة الأساسية من جديد من قِبَل فلكيين آخرين معاصرين للطوسي، مثل مؤيد الدين العرضي وقطب الدين الشيرازي اللذين اشتغلا معه في مرصد مراغة، أو مثل أبي الحسن بن الشاطر الذي كان مؤقتا في دمشق، أي مكلفا في الجامع الأموي بتحديد أوقات الصلوات.

## الفلك التطبيقي

انطلاقا من القرن العاشر الميلادي، استأنفت الأنشطة التطبيقية للفلك العربي تطورها، متبعة التوجهات الكبرى التي ظهرت في القرن التاسع الميلادي، لكن مع الاستفادة المتنامية من ثمار تقدم

الفلك النظري، ومن وضع أدوات رياضية (مثل الجبر وحساب المثلثات)، ومن تطوير آلات القياس. لكن قبل التطرق إلى مختلف جوانب هذا الفلك التطبيقي، يجب التأكيد على اتساع هذه الممارسة العلمية التي لم تبق خاصة ببعض الأفراد المقيمين في بغداد عاصمة الإمبراطورية الإسلامية: بخلاف ذلك، نلاحظ حضور هذا النشاط في كل المدن المتوسطة في الشرق وفي الغرب؛ الأمر الذي يعني انتشارا مهما، نسبيا، لعلم الفلك في بعض طبقات المجتمع؛ ولا يمكن تصور هذا من دون انتشار التعليم، ومن دون ارتقاء مهم للمستوى الثقافي لشرائح كبيرة من ساكنة المدن.

## الرصد الفلكي

كان الرصد في بلاد الإسلام يهم أساسا الظواهر المنتظمة، وتلك التي يمكن التنبؤ بها عن طريق الحساب. فنادرا ما يذكر الفلكيون الظواهر السماوية الاستثنائية، والأخبار بشأنها توجد بالأحرى في المصنفات التاريخية أو الأدبية. نلاحظ أيضا، على مستوى المنهج العام، بأن الأرصاد لم يكن من مهامها التحقق من صلاحية النظريات الجديدة. كان استقصاء السماء يروم، كل شيء، وصفها بشكل مناسب، ثم إجراء القياسات المطلوبة عليها. ومن دون الدخول في التفاصيل، يمكن القول إن هذه الأنشطة كانت تتم في أكثر الأحيان بشكل فردي، إلى أن حان الوقت الذي استدعت فيه الشروط المالية، وأهمية برنامج الرصد، إنشاء المراصد الفلكية.

وانطلاقا من القرن التاسع الميلادي تم رصد خسوفات قمرية وكسوفات شمسية، وتم التحقق من مواقع الكواكب الظاهرة. وقد أشير إلى كل من سمراء ودمشق بوصفهما مكانين للرصد، في حين لا توجد حواليهما جبال، كما لا توجد بالقاهرة جبال، لكن ذلك لم يمنع ابن يونس، في القرن العاشر، من رصد السماء باللجوء إلى هضبة تسمى جبل مقطم. وفي الفترة نفسها، في شيراز، قام الفلكي عبد الرحمن الصوفي بإجراء عدة أرصاد قبل أن يصنع كرته السماوية حيث رتبت الأبراج والنجوم بدقة كبيرة. وفي نهاية القرن العاشر الميلادي، أجريت تجربة أصيلة بفضل التعاون بين عالمين مشهورين، وهما أبو الوفاء البوزجاني وأبي الريحان البيروني، إذ رصدا خسوف القمر يوم 24 مايو (أيار) 997 م، أولهما من بغداد، والثاني من كاث في أسيا الوسطى. وعلى هذا النحو تمكنا من حساب فارق خطي الطول بين المدينتين. ويبدو أن الأرصاد في الغرب الإسلامي كانت قليلة العدد. هذا على الأقل هذا ما تكشفه قراءة المصادر المتاحة التي لا تذكر سوى موقعين للرصد في إشبيلية وصقلية.

انطلاقا من القرن الثالث عشر الميلادي، ظهرت أماكن للرصد جديرة بهذا الاسم، ولكن في ظروف خاصة. ويتعلق الأمر بمراصد حقيقية ببنايات وآلات ضخمة ومكتبة ومعمل لصناعة الآلات، وشيد أول هذه المراصد بمراغة في إيران بأمر من الزعيم المغولي هولاكو سنة بعد احتلاله بغداد عام 1258م. وجمع هذا

المرصد، الذي أداره الفلكي نصير الدين الطوسي، أفاضل الفلكيين في تلك الفترة، ونذكر منهم قطب الدين الشيرازي ومحيي الدين المغربي ومؤيد الدين العرضي. بل يشار إلى عالم صيني كان في جملة هذا الفريق، ويسمى فو منج شي. وبحسب شهادة العرضي، صنعت عشرات الآلات من قِبَل صناع متخصصين، بعضها عبارة عن نماذج أولية من تصميمه. وفي هذا المرصد أيضا أجريت قياسات عديدة. أما المرصد الثاني المهم، فقد شيد في سمرقند سنة 1420م بتمويل من الأمير ألغ بك، حفيد تيمورلنك والفلكي البارع. وكان يديره الفلكي غياث الدين الكاشي، واشتغل نحوا من ثلاثين سنة. وفي القرن السادس عشر الميلادي، دشن مرصد في اسطنبول سنة 1575م، وأداره تقي الدين محمد بن معروف الذي كان له نحو من خمسين مساعدا، لكن هذا المرصد لم يشتغل سوى ثلاث سنوات، إذ انتهى الأمر بالسلطان، تحت ضغط السلطات الدينية العليا وقسم من الرأي العام، إلى الأمر بهدمه. أما آخر المراصد التي شيدت ابتداء من نهاية القرن السابع عشر، في دلهي وفاراناسي وجايبور، فإنما كانت الغاية منها المباهاة، وكان مالكوها، من مهراجات أسرة جاي سينغ، يمارسون الفلك بوصفهم هواة مولعين لا بوصفهم محترفين.

## الآلات الفلكية

في مجال الفلك العربي التطبيقي، تحتل الآلات مكانة رفيعة سواء

من حيث عددها أو تنوع وظائفها أو حضورها في حياة الحاضرة الإسلامية. وترجع التصاميم التي تنبني عليها الآلات الفلكية الأولى إلى أصل يوناني، ويتمثل الإسهام العربي في إعادة تنشيط هذا الجانب التكنولوجي، ثم إدخال تجديدات مهمة عليه طيلة القرون الأولى من تاريخ هذه الحضارة الجديدة. وكانت هذه التجديدات إما استجابة لهاجس تحسين الأدوات، وإما تلبية للحاجات الجديدة التي ظهرت مع تطور المجتمع أو مع تنوع الأنشطة العلمية. وهكذا، أحصيت العشرات من الآلات المتطورة بهذه الدرجة أو تلك. وبعض هذه الآلات عرف استعمالا مكثفا، وبعضها الآخر لم يستعمل إلا في المراصد القليلة العدد التي اشتغلت، وهناك آلات أخرى كانت محصلة لمهارات تقنية تشهد على الروح المبدعة لأصحابها.

لقد استخدمت الفئة الأولى من الآلات في قياس الزمن والأبعاد والمسافات؛ وكان هذا شأن مختلف أنواع الأسطرلابات. وسمحت الفئة الثانية بانجاز الحسابات؛ وكان هذا شأن مزولة الجيب التي يمكن بواسطتها تعيين الحلول العددية لبعض مسائل حساب المثلثات.

وتمثلت المرحلة الأولى من تاريخ صناعة الآلات الفلكية العربية في تحصيل معلومات عما كان قد صممه اليونانيون من آلات؛ وبعد ذلك، انكب الصناع على الإنجاز المادي لما كان موصوفا في الوثائق المعثور عليها، مثل ذات الحلق والأسطرلاب الكروي

والأسطرلاب المسطح. وفيما بعد، تم المرور إلى تحسين النماذج القديمة. ويبدو أن الإبداع، في هذا المجال كان مدفوعا، قبل كل شيء، بالحاجات الخاصة بالنشاط الفلكي، قبل أن يصير استجابة لحاجات «المستهلكين» مثل ماسحي الأراضي، والتجار أو المنجمين.

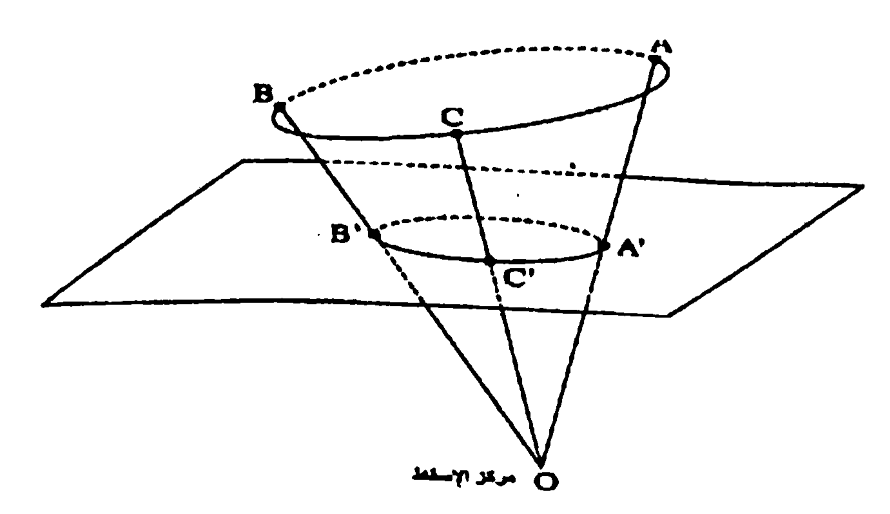
والأسطرلاب هو أكثر الآلات تمثيلا للفلك العربي بلا منازع. ويقوم مبدؤه على الإسقاط المجسم الذي مركزه القطب الجنوبي (انظر الشكل رقم 4). ولهذا الإسقاط مزية حفظ الزوايا، التي تمكن من قياس المسافات بين الأشياء في السماء. ويحفظ، أيضا، شكل المسارات الدائرية التي يتم إسقاطها، عموما، وفقا لدوائر. وبفضل تدريجاتها المتعددة، وإمكان تحديد مواضع النجوم الأكثر أهمية في نصف الكرة الشمالي، بشكل صحيح، وفي أي وقت، تسمح الآلة بإجراء قياسات، وعلى الخصوص تعيين موقع الجرم السماوي أو معرفة الوقت بدقة في مكان محدد. وبفضل العناصر المرسومة على ظهر الأسطرلاب، يمكن لماسح الأراضي إجراء بعض القياسات مثل حساب ارتفاع مبنى أو جبل، أو عمق بئر أو عرض منطقة يتعذر عبورها.

لقد انتشرت هذه الآلة في أرجاء الإمبراطورية، وتعددت استعمالاتها، لذلك وجدت محاولات، في فترات مختلفة، تروم إدخال تحسينات عليها ابتغاء جعلها أخف وزنا أو تزويدها بوظائف جديدة. وهكذا ابتكر فلكي طليطلة علي بن خلف مبدأ

الأسطرلاب الشامل. كان هاجسه، وهاجس كل مستعملي الأسطرلاب المضطرين إلى التنقل في ربوع الأرض الإسلامية الشاسعة، هو تخفيف الأسطرلاب الكلاسيكي. والحال أن استعمال هذا الأخير يختلف بحسب خط عرض المكان الذي تجرى فيه القياسات، ويمثل كل خط عرض بوجه (أو ظهر) صفيحة معدنية؛ فحين كان يراد استعمال الأسطرلاب لثمانية خطوط عرض، كان يلزم إذن نقل أربعة من هذه الصفائح. ويأتي هذا الإكراه من كون الإسقاط المستعمل لتمثيل السماء على الأسطرلاب يتخذ من القطب الجنوبي مركزا للإسقاط. وتتمثل فكرة ابن خلف في الاستعاضة عن القطب الجنوبي بالنقطة الربيعية (إحدى نقطتي تقاطع مسار الشمس مع خط الاستواء السماوي). وعلى هذا النحو، لم تعد ثمة حاجة إلى الصفائح، وصار الأسطرلاب من جَرَّاءِ ذلك خفيف الوزن. وبعد اعتماد هذا المبدأ، جرت تحسينات أخرى نسبت إلى الأندلسي إبراهيم بن يحيى الزرقالي وإلى أحمد بن السراج الذي اشتغل في المشرق. وفي هذا الاتجاه أيضا، تم تصميم أسطرلاب الربع المجيّب[6] الذي يعادل ربع الأسطرلاب العادي، ولكنه يؤدي الخدمات نفسها. ثم جرى تطبيق المبدأ نفسه على الأسطرلاب الشامل. وآخر ابتكار يبتغي تخفيف وزن الأسطرلاب إلى أقصى حد ينسب إلى الرياضي شرف الدين الطوسي الذي صمم أسطرلابا شبيها بالقلم يسمى «عصا الطوسي»، ويتكون من

(6). في الأصل: (asrolabe-cadran)؛ ولعل الصواب: (astrolabe quadrant)، وهو الربع المجيب. (المترجم)

قضيب مشدود بخيطين[7].




الشكل رقم 4:

مركز الإسقاط O هو القطب السماوي الجنوبي. ومستوى الإسقاط يطابق وجه الأسطرلاب الذي ستمثل عليه إسقاطات (...'A', B', C) عدد من النجوم الثوابت. إذا كانت الدائرة (...A, B, C) هي مسار الشمس السنوي في السماء (في حركتها الظاهرة)، فإن إسقاطها على مستوى الأسطرلاب سيكون عبارة عن دائرة.

ويتمثل الاتجاه الثاني من الابتكارات التقنية في تلبية حاجات الفلكيين أنفسهم. وهكذا، تم التفكير، ربما لأغراض تعليمية، في صنع أسطرلابات متحركة، تحاكي تنقلات الشمس والقمر. ولقد تمت، أيضا، مكننة حساب الوقت بصناعة «ساعات أسطرلابية»، وسميت كذلك لأنها صنعت بإضافة طريقة العمل الآلية إلى الأسطرلاب. ولتحسين الحسابات، صنعت آلات قادرة إعطاء

(7). لعل الصواب: «ثلاثة خيوط»، كما تذكر المراجع. (المترجم)

نتائج بمجرد تشغليها يدويا. وهكذا، تم ابتكار مختلف أنواع الأرباع التي تسمح بحل المسائل العددية ومسائل حساب المثلثات، دونما حاجة إلى استعمال الصيغ الرياضية في كل مرة، وبالتالي من غير حساب.

بقي أن نقول بضع كلمات عن آلة استعملت كثيرا في إطار الممارسات الدينية، لأنها تمكن من معرفة أوقات الصلوات: إنها المزولة الشمسية. وهي تقوم على مبدأ الغنومون البسيط للغاية الذي ذكرناه من قبل، وهو استطالة ظل قضيب. وتبين الدراسة النظرية لهذه الآلة أنه حين يتحرك طرف ظل القضيب على سطح ما، فإنه يقطع منحنى هندسيا يسمى «قطعا زائدا»، ويتوقف مساره على خط عرض المكان الذي تستعمل فيه الآلة. ويكفي أن يرسم هذا المنحنى بدقة، ويقسم إلى درجات، للحصول على ساعة شمسية أكثر دقة من الغنومونات التقليدية. وبحسب ما تدعو إليه الحاجات، تكون الساعات الشمسية تارة أفقية، وتارة عمودية، وطورا مائلة. وكانت هذه الآلات المصنوعة من الرخام تعلق على جدران المساجد. لكن صممت أيضا ساعات شمسية محمولة خفيفة للغاية، وتجمع بين الدقة وجمال المنظر: منها ساعات مخروطية وأخرى أسطوانية، وكلها مزخرفة على نحو جميل. بل لقد صنعت مزاول شاملة، تعمل في أي خط من خطوط العرض.

# الفصل الثالث

## الجغرافيا أو علم هيئة الأرض

تضم الجغرافيا، في التقليد العلمي العربي، ثلاثة مجالات متمايزة: الجغرافيا الوصفية، أدب الرحلات والخرائطية. يرتبط المجالان الأولان بما نسميه اليوم الجغرافيا البشرية: ويتعلق الأمر بجملة المعلومات التي يمكن جمعها عن السكان وعن مجالاتهم وأنماط عيشهم ومساكنهم وأنشطتهم الاقتصادية ومعتقداتهم...إلخ. أما المجال الثالث، الأكثر تقنية من المجالين الأولين، فيجد أصله في الأعمال اليونانية المترجمة في القرن التاسع الميلادي. ويتعلق الأمر بحساب المسافات، ومعرفة الاتجاهات في البر والبحر، وتحديد خطوط الطول والعرض واستعمالهما في إنجاز مختلف أنواع الخرائط. وهذا الباب هو الذي سيتطرق إليه هذا الكتاب، لكن من الضروري أن نُذكِّر بالمجالين الآخرين لتقديم رؤية شاملة عن هذا العلم الذي لم يكشف بعد عن كل إسهاماته في إطار الحضارة العربية الإسلامية.

### الجغرافيا البشرية

كان هذا القسم من الجغرافيا في البداية استجابة لحاجات الدولة،

وفيها بعد لحاجات التجار. وبالفعل، فبعد مرحلة الفتح الإسلامي التي انتهت نحو 750م، تمت إدارة الأراضي الشاسعة التي كانت تحت الحكم الإسلامي، في البداية، بطريقة مركزية من بغداد. لذلك كان من الضروري التوافر على أنواع مختلفة من المعلومات عن الأراضي المفتوحة وسكانها وأنشطتها الاقتصادية. علاوة على ذلك، من المهم أن نلاحظ أن أول «جغرافي» في الإمبراطورية الإسلامية، والذي عاش في القرن التاسع الميلادي، كان ابن وال، ومارس وظيفة رئيس ديوان البريد، أي رئيسا لهيئة لها أيضا مهمة جمع الأخبار والإشراف على أجهزة استعلامات الدولة المركزية: ويتعلق الأمر بأبي القاسم بن خرداذبة، المثقف الذي، بعد أن سافر كثيرا، ألف سنة 846م كتابا عنوانه المسالك والممالك. وكان هذا بداية تقليد طويل تندرج اهتماماته وأنشطته، في الأساس، تحت ثلاثة موضوعات كبرى. يتعلق الموضوع الأول بوصف الأراضي والأنهار والبحار والجزر، مع الأخذ بعين الاعتبار تقسيم العالم المعمور (المورث عن اليونانيين) إلى سبعة «أقاليم»، وإعطاء إحداثيات المدن. والموضوع الثاني يكمل الأول فيما يتعلق بالمسالك والمسافات التقريبية، والأمكنة الاستراتيجية مثل الحدود، علاوة على مكونات الحياة الاقتصادية. أما الموضوع الثالث، فيغلب عليه الطابع الأدبي، ويعالج كل ما هو «جذاب»، أي الجوانب التاريخية للأمكنة الموصوفة والأساطير التي اقترنت بها وما فيها من أمور غريبة أو غير عادية. وأكثر الأعمال تمثيلا لهذا الحقل المعرفي، والتي تعود كلها إلى القرن العاشر الميلادي، كانت هي كتاب صور

الأقاليم لأبي زيد البلخي، وكتاب صور الأقاليم لأبي القاسم الإصطخري، وكتاب المسالك والممالك لأبي القاسم بن حوقل، وكتاب أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم لشمس الدين المقدسي. وقد كان الاتجاه العام لهذه المؤلفات هو تركيز الجغرافيا في أرض الإسلام. ويتجلى ذلك في الموضوعات التي تمت معالجتها، وفي الخرائط التي ترافق النصوص أو توضحها.

ولما كانت أرض الإسلام محاطة ببحار ومحيطات، لم يكن عجبا أن تغتني الجغرافيا العربية، في وقت مبكر نسبيا، بأدب الرحلات المتضمن لأخبار قيّمة عن سواحل الإمبراطورية، وفي الوقت نفسه عن البلدان المجاورة التي تقيم معها علاقات تجارية. ونحو القرن التاسع الميلادي، نشر مؤلف مجهول كتابا بعنوان أخبار الصين والهند، وهو الأول في سلسلة من المؤلفات كتبت قبل القرن العاشر الميلادي، وتتضمن أوصافا لسواحل المحيط الهندي وبحر الصين، أو معلومات عن الطرق البحرية. ومن بين هذه المؤلفات، نذكر عجائب البحر، لمؤلف مجهول من القرن العاشر الميلادي، ومختصر عجائب الدنيا لإبراهيم بن وصيف شاه، وأعمال كثيرة نشرت خلال القرنين الحادي عشر والثاني عشر الميلاديين، وتحمل العنوان نفسه، وهو المسالك. ولا نملك أية معلومات دقيقة عن منشورات محتملة في القرنين التاليين، ويجب أن ننتظر بداية القرن الخامس عشر الميلادي لنلاحظ عودة نشاط هذا الأدب الخاص بالبحر، والذي سيكون أكثر تقنية من الفترة السابقة. ثم إن ملاحين

مرموقين، أمثال أحمد بن ماجد وسليمان المهري، هم الذين نشروا تلك الرسائل الملاحية التي هي ثمرة الجمع بين معارفهم النظرية، المستخرجة من المؤلفات السابقة، وخبرتهم الطويلة والاستثنائية في الملاحة.

انطلاقا من القرن الحادي عشر الميلادي، كانت للتغيرات السياسية (زوال خلافة قرطبة، ضعف السلطة المركزية في بغداد والصراع الشديد الذي قام بينها وبين الخلافة الفاطمية في القاهرة، ثم الانبعاث السياسي لبلاد المغرب) تأثيرات في محتوى وتوجهات الجغرافيا العربية. لقد تمزقت الإمبراطورية سياسيا، وصارت أراضيها عرضة للخطر الخارجي، فاتسعت رؤية الجغرافيين للعالم مجددا، وعادوا إلى وصف الأراضي المأهولة كافة. وهي أيضا الفترة التي أنتج فيها الغرب الإسلامي أعمالا من المستوى الرفيع في هذا الميدان. يتعلق الأمر، فيما يخص الأندلس، بمصنفات أبي عبيد الله البكري في القرن الحادي عشر الميلادي، ومحمد بن أبي بكر الزهري في القرن الثاني عشر، وأبي الحسن بن سعيد المغربي في القرن الثالث عشر. أما فيما يخص بلاد المغرب، خلال القرن الثاني عشر الميلادي، فقد هيمن اسم الشريف الإدريسي، المولود في سبتة، لكنه لم يشتغل طويلا، ذلك لأنه وقف نفسه، في المقام الأول، على خدمة ملك صقلية روجر الثاني، الذي حكم من 1130م إلى 1154م؛ وقد تطلب إنجاز خريطته للعالم خمس عشرة سنة من العمل، واستوجب تنفيذ برنامج مهم يروم جمع المعلومات، وانخرط فيه

فريق من المساعدين في أماكن شتى من الأرض المأهولة، بما فيها الأراضي غير الإسلامية. وقد أنجزت هذه الخريطة في شكلين: الأول الذي انتهى إلينا مستطيل، ويتألف من سبعين خريطة جزئية تصاحبها نصوص؛ أما الثاني، الذي كان عبارة عن كرة فضية، فإنه لم يسلم من جشع البشر...

ومن التوجهات الجديدة التي ظهرت في القرن الثاني عشر الميلادي أو التي تطورت ابتداء من هذا التاريخ، نذكر الجغرافيا «الدينية» التي اهتمت بالطرق الرابطة بين الأماكن المقدسة عند المسلمين، علاوة على أدب الرحلات أو قصص الأسفار. إنها مصادر غنية بالمعلومات المجمعة من قِبَل المؤلفين أنفسهم الذين اشتغلوا مثل «مراسلين كبار». وأكثرها شهرة عمل الرحالة الأندلسي أبي الحسن بن جبير في القرن الثاني عشر الميلادي، وعمل الرحالة المغاربي أبي عبد الله بن بطوطة.

## الجغرافيا الرياضية

أما ثاني أكبر موضوعات الجغرافيا العربية، أي الخرائطية، فهو غير معروف جيدا، وذلك بسبب ندرة التوثيق، وعلى الخصوص بسبب ضياع أو تلف الخرائط العديدة التي كانت ترافق النصوص. ابتدأ هذا التقليد بدراسة وفحص محتوى أعمال الممثلين الكبيرين للخرائطية اليونانية، وهما مارينوس، من القرن الأول الميلادي، وبطليموس، من القرن الثاني الميلادي. تلخص أعمال هذا الأخير

مساهمات سابقة، وتستأنف خصائصها العامة، مثل تقسيم العالم إلى سبعة أقاليم، ونطاق الربوع المأهولة، وهيئة الأراضي والبحار والمحيطات، وعلى الخصوص رسم السواحل الإفريقية الذي يربط هذه القارة بآسيا، ويصور المحيط الهندي بوصفه بحرا داخليا.

وتعود الأعمال الأصيلة في هذا المجال إلى بداية القرن التاسع الميلادي. وقد أنجزت بأمر من الخليفة المأمون. وأُنجزت خريطتان إبان حكمه، واحدة تحمل اسمه، والأخرى تعود إلى الرياضي والفلكي المشهور أبي عبد الله الخوارزمي الذي أوردها في كتابه صورة الأرض. كان إنجاز هذه الخرائط ثمرة لعمل جماعي، وكان مسبوقا بتحديد محيط الأرض بناء على قياس إحدى درجات خط الطول، وقدرت وقتها بمسافة (111.8 كلم)، وهو رقم لا يبتعد كثيرا عن القيمة الحالية التي هي (111.3 كلم). وتمثل قسم آخر من البرنامج في حساب إحداثيات نقط عديدة من كوكب الأرض، الشيء الذي مكن من إغناء الخريطة بأكثر من 500 موقع إضافي. وفي هذه المناسبة، تقرر لأول مرة تغيير خط الطول صفر بنقله عشر درجات شرقي جزر الكناري. فيما بعد، اختار فلكيون آخرون لخط الطول الرئيسي موضعا قريبا من ساحل الصين الشرقي. وتم أيضا قياس المسافات من الغرب إلى الشرق، وتصحيح تلك التي كان قد قدمها بطليموس. وهكذا قلصت المسافة بين طنجة وروما بدرجتين وخمس وأربعين دقيقة (2°45')، وطول البحر الأبيض المتوسط بعشر درجات (10°). وتم أخيرا تحسين رسم السواحل

والجزر البحر المتوسطية.

انطلاقا من هذه الأعمال الرائدة، أعاد كثير من المؤلفين، بشكل منتظم، حساب أطوال وعروض مئات المواضع في الإمبراطورية الإسلامية والبلاد المجاورة لها. ونجد نتائج حساباتهم في كتابات جد متنوعة مثل الجداول الفلكية أو التصانيف المصاحبة للخرائط أو الأعمال الجغرافية الوصفية. ويجب الإشارة في هذا الصدد إلى أن التقدم الذي حصل في تحديد الإحداثيات، سواء من حيث الدقة أو من حيث سرعة الحساب، قد استفاد بشكل كبير من أدوات حساب المثلثات التي أغناها الفلكيون كثيرا، كما رأينا ذلك من قبل. وهناك خاصية أخرى للخرائط العربية الأولى، التي شكلت تقدما، وهي التخلي عن الرسم اليوناني لحدود إفريقيا، التي صارت منفصلة عن آسيا، الأمر الذي جعل المحيط الهندي متصلا بالمحيط الأطلسي.

وبأمر من الدولة أيضا، وتحديدا دولة الفاطميين في القاهرة، أنجز الفلكي ابن يونس خريطة للعالم، لكنها للأسف لم تحفظ. وفي نفس الفترة تقريبا، اهتم البيروني، على الخصوص، بالتقنيات الرياضية التي تمكن من تحسين صناعة الخرائط. ففي كتابه تسطيح الصور وتبطيح الكور، عرض فيه لثمانية أنواع من الإسقاط الخرائطي، اثنتان منها على الأقل من إبداعه الخالص، وهما: تقنية «الإسقاط المتساوي الأبعاد المزدوج»، وتقنية «الإسقاط الكروي»، وهي أكثر دقة، ولم يُعَدْ اكتشافها في أوروبا إلا بعد مضي ستة قرون.

ونحو منتصف القرن الحادي عشر - في الأندلس هذه المرة - سيعمل ابن خلف والزرقالي، اللذان سبق أن ذكرناهما في باب الفلك، على بلورة وتحسين نوع من الإسقاط اتخذا له النقطة الربيعية قطبًا. وابتكارهما هذا، الذي لم يكن الغرض منه في البداية سوى التمثيل المسطح للسماء، استعمل لاحقا في أوروبا لانجاز خرائط أرضية. ويمكننا أن نلاحظ، في هذه الفترة، أيضا، نوعا من التمكين للجغرافيا الرياضية بوصفها موضوعا مستقلا قائما بذاته.

وابتداء من تاريخ غير محدد - لكنه سابق على القرن الحادي عشر الميلادي - نلاحظ ظهور شبكة من الإحداثيات في بعض الخرائط. وتعود فكرة تربيع المكان هذه إلى القرن العاشر الميلادي، ونلفيها على الخصوص لدى الخرائطي أبي الحسن سهراب. لكن الخرائط التي وصلت إلينا، والتي تستعمل التربيع، لاحقة لهذا التاريخ وتنتمي إلى التقليد الفارسي: ويتعلق الأمر بخرائط حمد الله القزويني من القرن الرابع عشر الميلادي، وحافظ اَبرو من القرن الخامس عشر الميلادي. ونجد تقنية التربيع هذه في فئة أخرى من الخرائط تنتمي إلى ما يسميه المتخصصون «الجغرافيا المقدسة». وكانت هذه الخرائط، في الأصل، مجرد مؤشرات على اتجاه القبلة، وتمثلها دائرة مركزها الكعبة، وعلى محيط هذه الدائرة رتبت، على نحو تقريبي، أهم مدن الإمبراطورية الإسلامية. وعلى هذا النحو، كان في مستطاع المؤمن، أينما كان، أن يجد اتجاه الصلاة بفضل هذه الخريطة البسيطة، التي كانت في متناول الجميع، لأنها لم تكن

تتطلب أي حساب مسبق. ثم استعاض عنها الفلكيون، ابتداء من تاريخ يصعب تحديده، بخريطة جديدة جعلت لكل النقط الممثلة فيها مواضع بعد أن تم حساب إحداثياتها. ولجعل هذه الخريطة أكثر قابلية للاستعمال، استعيض عنها بآلة معدنية على هيئة قرص ذي ترابيع مزود بمسطرة مُدرَّجة وبوصلة.

وأخيرا، يجب أن نذكر نوعين من الخرائط كانا من المستجدات بالنسبة إلى تلك الفترة: الخرائط البورتولانية وخرائط السير. ولا تمثل الأولى سوى السواحل، مع الإشارة إلى كل الموانئ والمسافات التي تفصل بينها. أما الثانية، فهي عبارة عن خرائط «مجردة»، إذ تغيب عنها السواحل والحدود، ولا تذكر فيها سوى المسالك. وكانت هذه الخرائط موجهة لخدمة البريد والحملات العسكرية، فضلا عن التجار الذين يقطعون مسافات كبيرة.

# الفصل الرابع

## الطب أو صناعة الجسد والنفس

بخلاف الحقول العلمية الأخرى، التي لم تنشأ إلا ابتداء من أوائل القرن التاسع الميلادي، بعد ترجمة الأعمال اليونانية والهندية، كان الطب العالِم موجودا منذ مجيء الإسلام أي قبل منتصف القرن السابع الميلادي. وكان يُزَاوَلُ من قِبَل الطوائف المسيحية والسريانية والفارسية التي كانت قد حافظت على تعليم هذه الصناعة بلغاتها الخاصة. ويُروى أن النبي (ص) كان له طبيب خاص، وهو الحارث بن كلدة الذي تلقى تكوينه في المدينة الفارسية جنديسابور، أي في وسط عالِم. لكن ذلك كان استثناء في بلاد العرب.

### الطب التقليدي

ابتغاء التدقيق، نقول إنه، خلال القرنين السابع والثامن الميلاديين، وجد، في الواقع، نوعان من الممارسة الطبية جنبا إلى جنب. أما أولاهما، التي ننعتها هنا باسم «الطب التقليدي»، فإنها لا تستمد مهاراتها من الكتب، بل تعتمد بالأحرى على الخبرة

الموروثة عن الأجيال المتعاقبة، والتي تغذت من ملاحظة الأمراض، ومن المعرفة التجريبية بقوى النباتات والأغذية الخاصة بكل إقليم من أقاليم الإمبراطورية الشاسعة التي نشأت حديثا. ويتألف هذا الطب «الشائع»، الذي كان يمارسه الحجامون والعشابون والقوابل، بكل تأكيد، من معارف متفرقة ترتبط بالوسط الطبيعي الذي عاشت فيه مختلف المجموعات البشرية التي كان يمارس لديها. لكن مزيته تتمثل في أنه كان متاحا لجميع السكان، وبالأخص للفقراء منهم. وعلاوة على العلاجات التي كان يقدمها للمرضى، كان يُعنى بحفظ الصحة من خلال وصايا تتعلق بالوقاية والحمية. وقد انضافت إلى هذه الجوانب الطبية الخالصة ممارسات من طبيعة سحرية لا علاقة لها بالعلم، لكن في وسعها، حين يكون المريض مصدقا بها، أن تتدخل كنوع من المصاحبة «النفسية» للعلاج بالأعشاب والأغذية.

كان قسم من هذه الوصفات - تلك التي واءمت الوسط الطبيعي لبلاد العرب في القرن السابع الميلادي - شائعا في حياة النبي (ص). وبعد وفاته، جمع أصحابه هذه الوصفات، وجعلت في الأخير بابا مستقلا في متن الحديث. وبعد بضعة قرون، خُصصت لها كتب من قبيل كتاب الطب النبوي لأبي عبد الله شمس الدين بن قيم الجوزية. فعلاوة على الوصايا المتعلقة بالوقاية والحمية، نجد في هذا الكتاب نصائح تروم الحفاظ على صحة بدنية وعقلية جيدة، ووصفات للحماية من السم، وشروح عن فضائل

العلاقات الجنسية وعن علاج مختلف أمراض العشق. ونكتشف فيه أيضا بيانا لمختلف الوسائل الكفيلة بإبعاد العين السيئة، فضلا عن الأدعية المفترض فيها جلب الراحة أو السلوى للمريض.

## الطب العالم

أما الطب المأخوذ من الكتب أو من طريق التعليم، فإننا نلفيه سلفا في محيط الخلفاء الأمويين الأوائل الذين كانوا قد وظفوا أفاضل أطباء عصرهم. ولما كانت عاصمتهم هي دمشق، كان الأطباء الذين حظوا بالمراكز الرفيعة من ذوي التكوين اليوناني أو السرياني. ومع مجيء الخلافة العباسية، أعيد توزيع الأوراق، نوعا ما، إذ جاء دور الأطباء ذوي الأصول الفارسية الذين تعلموا الصناعة في جنديسابور. لكن الطب المعمول به، في كلتي الحالتين، واحد، وهو الطب المستفاد من كتب أبقراط وجالينوس، إما مباشرة من الأصول اليونانية، وإما من الترجمات السريانية التي أنجزت خلال القرن السادس الميلادي. ثم إن كلتي الجماعتين الطبيتين استمرتا، لفترة من الزمن، في تعليم طلابها باللغة التي تتقن ابتغاء الحفاظ على احتكارها لمزاولة الطب. ولهذه الأسباب نفسها، لم تكن الترجمات الأولى للأعمال الطبية اليونانية عربية، بل كانت ترجمات سريانية، أي بلغة النخبة المسيحية في بلاد الهلال الخصيب.

ولكي نُكوِّن فكرة عن دور اللغة السريانية بوصفها ناقلا أول

للطب اليوناني، حسبنا التذكير بأنه، في نهاية القرن الثامن وبداية التاسع الميلاديين، ترجمت خمس وأربعون رسالة من رسائل جالينوس إلى هذه اللغة، وجزء كبير منها تولى ترجمته أيوب الرهاوي. واستؤنفت هذه العملية على نحو أوسع نطاقا من قِبَل حنين بن إسحق الذي ترجم أو أعاد ترجمة أربعة وتسعين مصنفا لجالينوس، وإلى اللغة السريانية دائما.

إن انتشار اللغة العربية، واستعمالها المتنامي في الدواوين والحياة اليومية، هما اللذان يَسَّرا بالتدريج تعريب التعليم الطبي، مُستثيرَيْن على هذا النحو طلبات جديدة في حقل الترجمة، وعلى الخصوص ترجمة كل الأعمال الطبية المتاحة، إما من اللغة السريانية وإما من اللغة اليونانية مباشرة. لقد أنجزت هذه العملية، في المقام الأول، من قِبَل حنين بن إسحق وتلامذته، واستأنفها بعض معاصريهم. وسمحت بوضع القسم الأكبر من كتب جالينوس وأبقراط الطبية رهن إشارة الأطباء الممارسين والطلاب، وهذه المرة باللغة العربية. ويجب أن نضيف إلى هذين المتنين بعض الأعمال الهندية المترجمة من السنسكريتية، وأشهرها أعمال كنكا (من القرنين الأول والثاني الميلاديين) وسسرتا (القرن الثاني الميلادي).

يتحصل من ذلك أن تصورات ومسلمات الطب العربي الأساسية مستمدة، في الأساس، من التقليد الطبي اليوناني، مع بعض العناصر الواردة من متن الديانات التوحيدية الثلاث. وهكذا، إن الإنسان، في نظر أطباء ذلك العصر، جزء من محيطه

المتمثل في الكون وعالم ما تحت القمر، والله هو من يدبر أمره. وفي دائرة هذا النظام المثبت سلفا، يحقق بدن الإنسان توازنه بفضل الأخلاط (وعددها أربعة) التي تطابق العناصر الأربعة (التراب، الماء، الهواء والنار) وما يقابلها من الكيفيات (اليبوسة، البرودة، الرطوبة والحرارة). ويملك كل فرد مزاجا مُمَيَّزا بإحدى صور توالف الكيفيات الأُوَل. تضاف إلى ذلك الأرواح الحاملة للقوى التي تمكن الجسم من الحركة. وأخيرا، إن المركب الناشئ عن الأخلاط والأمزجة والقوى هو الذي يحدد الحالة الفيزيولوجية لكل شخص. وقد أُعِدَّ الأقرباذين انطلاقا من هذه المبادئ الأساسية. فبناء على كتاب الأدوية المفردة لجالينوس وكتاب الحشائش لديسقوريدس (القرن الأول الميلادي)، ساهمت طائفة من الأطباء والصيادلة والنباتيين في إغناء القائمة اليونانية بأعشاب جديدة منحدرة من مختلف المناطق التي صارت جزءا من بلاد الإسلام. ثم انضافت إلى هذه الأعشاب بعض المعادن، وبوجه عام، مواد اصطناعية يحصل عليها عن طريق التأليف بين تلك النباتات والمعادن. وكانت هذه الابتكارات نتاجا، في الوقت نفسه، لتطور الطب ولتعميق التوجهات الجديدة للكيمياء التي كان روادها، منذ القرن الثامن الميلادي، هم جابر بن حيان وتلامذته. وهكذا صارت الأدوية على مفترق طرق عدة تخصصات، فلا عجب أن تفرد لها عدة مصنفات: فما يزيد على مائة مُؤَلِّف كتبوا في الموضوع بين القرنين التاسع والثالث عشر الميلاديين. ومن أكثر المصنفات أهمية في هذا الحقل، مصنف ضياء الدين بن البيطار

الذي وصف ألفي وأربعمائة عقار طبي، منها أربعمائة كانت غير معروفة للأطباء اليونانيين.

## توجهات الطب العربي الكبرى

انطلاقا من هذا الإرث المتعدد، انبثق شيئا فشيئا تقليد طبي عربي، مستوعبًا العلم القديم، مُعمِّقاً إياه ومُوسِّعًا، قبل أن ينخرط في مرحلة الإبداع. في بدايته كان الطب العربي مقتصرا على مركز الدولة، وتحديدا في دمشق وبغداد. وفي هذا المركز شهد اندفاعته الأولى، وتحددت توجهاته الأساسية، مثل هيمنة تعاليم جالينوس، وتطور طب المستشفيات، وعلى الخصوص إنشاء مكتبة طبية عربية عامة ومتخصصة في الوقت نفسه. وفي ظرف بضعة عقود، ظهرت جماعة طبية قوية ومتراتبة، إذ لم يكن عدد الأطباء الكبار، خلال الفترة السابقة على القرن العاشر الميلادي وحدها، يقل عن الثلاثين. لكن ابتداء من هذه الفترة، شرعت حواضر أخرى في منافسة عاصمة الإمبراطورية، مثل القيروان والقاهرة وقرطبة، علاوة على بعض مدن أسيا الوسطى مثل شيراز والري. وفي هذه المدينة الأخيرة، عند نهاية القرن التاسع الميلادي، تعلم الطبيب أبو بكر الرازي الذي دشنت مصنفاته الأولى وطرائقه الإكلينيكية سبلا جديدة في التقليد الطبي العربي. ولم تستطع أعمال اللاحقين للرازي منافسة أعماله في المجال الإكلينيكي، لكنها ذهبت بعيدا في مجال التأليف، باستلهام ما كان قد أنجزه الرازي نفسه، وأحيانا

بنقده. وكان هذا هو شأن كتاب كامل الصناعة الطبية لعلي بن عباس المجوسي، وهو طبيب من بغداد ينحدر من الأهواز؛ وكتاب التصريف لمن عن عجز عن التأليف للأندلسي أبي القاسم الزهراوي. وتتمثل محصلة كل هذه الجهود، بلا شك، في أعمال أبي علي بن سينا، وعلى الخصوص كتابه القانون في الطب.

أما المرحلة التالية في تاريخ الطب العربي، والتي بدأت في القرن الثاني عشر الميلادي، فهي مرحلة الاستيعاب وتدريس الموسوعات الطبية التي ذكرنا، مع نشر نوعين من المصنفات متعارضين من حيث طبيعتهما كليا. يشمل النوع الأول عدة دراسات أحادية متخصصة مثل تلك التي تكرست للجراحة أو لطب العيون. والنوع الثاني أكثر أهمية من الناحية الكمية، ويتشكل من تلاخيص وشروح لم تكن مجرد تكرارات مختصرة ومُيَسَّرة لعلم تم قبوله بشكل نهائي. وكان هذا مثلا هو شأن شرح تشريح القانون لعلاء الدين بن النفيس؛ وهو طبيب من القاهرة عاش في القرن الثالث عشر الميلادي؛ وفي كتابه المذكور شرحت الدورة الرئوية لأول مرة في التاريخ.

وهذه الفترة هي، كذلك، فترة انتشار طب المستشفيات. ويجب أن نوضح أن فكرة المستشفى قد فرضت نفسها في وقت مبكر نسبيا. ذلك لأنه بواعز من الواجب الديني الذي يفرض على المؤمن مداواة أي شخص مريض، كيفما كانت منزلته في المجتمع، انبرت طائفة من ذوي السلطة ومن الأطباء، ابتداء من القرن

التاسع الميلادي، لوضع اللبنات الأولى لسياسة صحية. وتُنسب المبادرة في هذا الشأن إلى الخليفة هارون الرشيد الذي حكم من 786م إلى 809م، والذي شَيَّدَ أول مستشفى في بغداد. وسَيُشَيَّدُ مستشفى ثانٍ سنة 979م. وفي المجموع، استفادت عاصمة الخلافة من سبعة مستشفيات. وعملت عشرات المستشفيات الأخرى في حواضر الأقاليم، مثل دمشق والقيروان ومراكش وغرناطة في الأندلس، وعلى الخصوص القاهرة التي أحصت أكثر من خمسة بيمارستانات، كما كانت تسمى المستشفيات آنذاك، والتي كان بعضها عظيما مثل المستشفى المنصوري. وجل المستشفيات التي بقيت، بُنيت بعد القرن الثاني عشر الميلادي. إنها تعكس إذن ظاهرة ثقافية ومجتمعية تتجاوز الجُود العَرَضي لهذا الراعي أو ذاك من الأثرياء.

وفيما يتعلق بالطب الممارس في هذه المؤسسات، تسمح لنا الشهادات العديدة التي وصلت إلينا بالقول بأنه كان متنوعا ورفيع المستوى، بالمقارنة طبعا مع ما كان يمارس في الفترة نفسها خارج بلاد الإسلام. كان كل مستشفى يملك عددا من الأقسام (الطب العام، طب العيون، التوليد...إلخ) مع وجود طبيب متخصص على رأس كل قسم. كما كان يشتمل على صيدلية يتزود منها المرضى بالأدوية مجانا، مصحوبين بوصفة طبية صادرة عن الطبيب المعالج. وكانت بعض المستشفيات تشتمل على وحدة لاستقبال المرضى العقليين. وفي مستشفيات أخرى، كانت تجرى عمليات جراحية.

وقد وصلتنا رسائل أو أبواب من كتب أفردت لأدوات الجراحة مثل ما وصلنا من أبي القاسم الزهراوي وخليفة بن أبي المحاسن الحلبي. وتجدر الإشارة إلى أن هذه المستشفيات كانت أيضا أماكن للتعليم الطبي. وفي الختام، يجب أن نذكر أمرا مهما، وهو تدني مستوى التعليم الطبي وجودة العلاج ابتداء من القرن الخامس عشر الميلادي. إن العوامل التي يمكن أن تقدم لنا تفسيرا أوليا لهذه الظاهرة هي، في الأساس، عوامل خارجة عن الممارسة الطبية، وعن العلم بصفة عامة. ويتعلق الأمر، قبل كل شيء، بالأمور التي يذكرها المؤرخ المغاربي عبد الرحمن بن خلدون، من القرن الرابع عشر الميلادي، في تفسير الانحطاط الشامل لحضارة ما. ويجب أن نضيف إلى ذلك العوامل التي لم يكن في مستطاع هذا المؤلف أن يميزها في زمنه، والتي كانت تعمل عملها، منذ القرن الثاني عشر الميلادي، من خلال التدهور البطيء للسياق الاقتصادي-الاجتماعي الذي كانت تمارس فيه العلوم، ولا سيما الطب. لكن من المؤكد أيضا – وهذا أمر يلاحظ بالنسبة إلى حقول معرفية أخرى مثل الرياضيات – أن اعتبارات ثقافية، إيديولوجية أو فلسفية لم تكن بريئة من ركود أو، إن شئنا، من غياب المبادرة الذي وسم الطب العربي، حتى في عصره الذهبي. ونقصد بقولنا هذا، على الخصوص، غياب تقدم على صعيد علم التشريح، وذلك بسبب نبذ تشريح أبدان البشر. والحال أن هذا النبذ، الذي تشترك فيه كل الحساسيات والملل التي كان تتشكل منها الهيئة الطبية وقتئذ، ليس وقفا على فترة الانحطاط التي تحدثنا عنها، ما دام أنه

كان موجودا على الدوام.

# الفصل الخامس

## الكيمياء أو الصنعة بامتياز

منذ العصر القديم إلى غاية القرن السابع عشر الميلادي، عرفت الكيمياء نشاطين أساسيين؛ وأولهما، الذي احتفظ باسم «كيمياء» (chimie)، وكان يهم ليس العمليات التي تُمكن من تحليل مركب مختلف أشكال المادة فحسب، بل كذلك صناعة مواد جديدة عن طريق تحويل أو تركيب مواد موجودة سلفا. أما ثانيهما، الذي يسمى «خيمياء» (alchimie)، فكان يتعلق في الأساس بالجوانب الفلسفية والباطنية المصاحبة لبعض الممارسات الكيميائية، وعلى الخصوص بعض العمليات التي تهدف إلى تحويل معدن ما إلى ذهب، علاوة على بعض المعالجات المعقدة التي كانت تروم صنع الدواء الذي يفترض فيه علاج جميع الأمراض، والذي كان يطلق عليه اسم «إكسير».

وفي التقليد العلمي العربي، لم تكن توجد سوى كلمة واحدة للدلالة على كلي النشاطين اللذين ذكرنا، وهي كلمة «كيمياء» التي لا تُعرف أصولها على وجه التحديد، إذ تشتق تارة من اليونانية، وتارة من المصرية القديمة، بل أحيانا من العربية نفسها. ويطلق

على هذه الكيمياء أيضا اسم «حكمة» أو «صنعة». وقد اتخذت أنشطتها في بلاد الإسلام صورا مختلفة: صناعة الأحبار والطلاءات والملونات والأصباغ (خصوصا الموجهة إلى صناعة الخزف، والرسم على مختلف الدعامات)؛ وتركيب مختلف المواد المستعملة في صناعة النسيج (مُذوِّبات، مثبتات، ومزيلات الدسم)؛ وصناعة مواد النظافة والتجميل (مستحضرات، عطور، صابون)؛ ومعالجة الزجاج والنفط؛ وتصميم وصناعة الأجهزة الحارقة والمتفجرات والبارود لغايات عسكرية؛ وصناعة الأدوية والسموم؛ ومعالجة الأحجار الكريمة؛ وتحضير المشروبات الكحولية...الخ.

أما الممارسات التي كانت تروم تحويل المعادن العادية إلى ذهب، فإنها لا تختلف عن هاته التي ذكرنا، إذ بصرف النظر عن أهدافها الوهمية، وعن الخطاب الباطني المصاحب لها، ساهمت، في الواقع، في تطوير معرفتنا بالمادة، ومن ثَمَّ في تقدم الكيمياء بوصفها علما تجريبيا.

ومن الإراث التي قام عليها التقليد الكيميائي العربي، نذكر، قبل كل شيء، الإرث المصري القديم الذي تثبته عدة مصادر، واستمر عبر النقل الشفوي حتى العصر الهلنستي. والمؤلفون الذين يذكرهم الكيميائيون العرب، على الأكثر، هم مارية (بين القرنين الأول والثالث الميلاديين)[8]، وكليوباترا (كليوباترا الشهيرة، التي

(8). في الأصل: «القرن الخامس قبل الميلاد»؛ ولعل الصواب ما ذكرنا. (المترجم)

عاشت في القرن الأول قبل الميلاد)[9]، وعلى الخصوص زوسيموس الأخميمي (بين القرنيين الثالث والرابع الميلاديين)[10]، الذي ألف لوحده ثلاثين مصنفا في الكيمياء. والإرث اليوناني مهم، كذلك، ما دام أن عشرات المؤلفات اليونانية قد ترجمت إلى العربية. والمتخصصون اليونانيون في هذا المجال هم أرخلاوس وبيلاجيوس[11] وآرس الحكيم وأبولونيوس الطواني. لكننا نجد أيضا أسماء شخصيات اشتهرت أكثر بنشاطاتها الفلسفية مثل فيثاغورس وسقراط وأفلاطون وأرسطوطاليس الذين نسبت إليهم، عن جهل أو بشكل متعمد، أعمال تنتمي في الأساس إلى الكيمياء الباطنية.

وإلى هذين الإرثين، يجب أن نضيف إرث بلاد الرافدين الذي يُعَدُّ هرمس أبرز ممثليه. وينسب مؤلفو الفهارس العرب إلى هرمس هذا نحوا من اثني عشر مؤلفا. لكن، وكما لاحظ ذلك كتاب آخرون، يبدو أن هرمس اسم لجماعة أو مدرسة كانت تنتج أعمالها بشكل جماعي.

وقد كانت صناعة الفلزات واحدة من أهم الأنشطة الكيميائية

---

(9). هذا ما تذكره بعض المصادر القديمة. والأرجح أنه اسم مستعار، وأن صاحبه أو أصحابه من أهل القرن الثالث أو الرابع الميلاديين. وفي فهرست النديم: «قلوبطرة الملكة». (المترجم)

(10). في الأصل: «القرنان الرابع والخامس الميلاديان»؛ ولعل الصواب ما ذكرنا. (المترجم)

(11). في الأصل: Petaos، الذي لا ذكر له في المصادر. ولعل المقصود: بيلاجيوس Pélagius، كما ذكرنا؛ وفي فهرست النديم: «بلاجس». (المترجم)

العربية. والفلزات التي كانت تستعمل وتعالج بكثرة هي الذهب والفضة والقصدير والنحاس والحديد والزئبق والرصاص. وإلى هذه العناصر الأساسية، يجب أن نضيف خامات فلزية، مثل الأكسيدات والأملاح، وأجسام غير فلزية، أيضا، مثل الكبريت والزرنيخ والإثمد. لكن كيميائيي بلاد الإسلام كانوا مهتمين، أيضا، بالمواد العضوية وبالمعادن. ونعلم، على سبيل المثال، أن الكشف عن بعض الأحماض المعدنية (أو غير العضوية) قد تم في عهد جابر بن حيان، خلال القرن الثامن الميلادي، إما على يده أو على يد غيره من الكيميائيين. وتنتج هذه الأحماض عن تقطير الشب وملح النشادر وملح البارود وملح البحر والزاج. ونعلم، كذلك، أن اكتشاف الكحول ينسب، في الغالب، إلى الطبيب الشهير أبي بكر الرازي، الذي عاش في أواخر القرن التاسع وبداية العاشر الميلاديين.

ومن المواد الاستهلاكية الشائعة، التي ينسب ابتكارها أو تحسين تصنيعها إلى كيميائيي هذه الحضارة، نذكر الصابون (المستخلص على الخصوص من زيت الزيتون)، والزيوت الطيارة المستخلصة من تقطير نباتات مختلفة، مثل الورود وأزهار البرتقال، ومن الأعشاب العطرية، وأيضا الزيوت النباتية المستخلصة من بذور القطن أو من الخردل أو من نواة المشمش أو من راتنج الصنوبر...الخ. إن تزايد استهلاك هذه المواد كان الأصل في تطور بعض الأنشطة الكيميائية وانتقالها من المرحلة اليدوية إلى مرحلة

التصنيع. وهكذا جرى إحصاء العديد من وحدات الإنتاج المنتشرة في كل ربوع الإمبراطورية. وقد وصلتنا منمنمات تمثل أنابِيق مركبة على نحو متسلسل، وتبين هذه المرحلة «الصناعية» التي انتهى إليها الإنتاج.

كان النفط، أيضا، من المواد التي اهتم بها الكيميائيون العرب. وكما هو معلوم، كان النفط معروفا ومستعملا منذ القديم، لا سيما في تحنيط المومياوات، وطلاء السفن والبنايات لكي لا تنفذ منها المياه...الخ. كما تم تقطيره من قِبَل الكيميائيين لاستخدامه تارة بوصفه دواء، وتارة بوصفه أحد العناصر التي تدخل في تركيب الأجهزة الحارقة.

يجب أن نضيف إلى هذه المواد الأساسية مواد أخرى تَرَفية كانت تلبي للطلب الذي حفزه مجيء وتطور شرائح اجتماعية جديدة. إن تكاثر النخب هو الذي يفسر لنا، أيضا، ارتفاع إنتاج المشروبات الكحولية على الرغم من التحريم الديني. وبفضل التقطير المستعمل في صناعة بعض هذه المشروبات، استطاع الكيميائيون العرب أن ينتجوا، لأول مرة، الكحول الإتيلي.

وتُعد صناعة الزجاج أحد مجالات الكيمياء التطبيقية التي كان لها بالغ الأثر في الحياة اليومية. وكانت هذه الصناعة تتطلب استعمال مجموعة من المواد، مثل رمل الصوان والنطرون والكلس والصودا والبوتاس والمغنيسيا...الخ، والتي يجب أن تضاف إليها المواد التي كانت تستعمل في تلوين الزجاج وزخرفته: الأكسيدات

الفلزية المختلفة وأملاح الرصاص...الخ. كما تطلب الأمر تجهيزات ضخمة (أفران وبوتقات) وأدوات معالجة (منافخ حديدية، قضبان، ملاقط وكماشات...إلخ). أما فيما يخص عمليات التصنيع، فقد كانت متطورة نسبيا: التلبيد (عملية تمكن من إزالة المواد الغازية)، الجَرْش، مزج المواد الأساسية بالزجاج المسحوق، السَبْك والنفخ. وقد كانت سورية هي الأكثر إنتاجا في مجال صناعة الزجاج على صعيد الإمبراطورية الإسلامية. ثم إن صناع الزجاج السوريين، في القرن الأول الميلادي، هم الذين أدخلوا تقنية النفخ التي شكلت تقدما مهما في صناعة الزجاج.

وهناك مجال آخر يرتبط، بطريقة أو بأخرى، بالكيمياء الصناعية، وهو مجال حوامل الكتابة وأدواتها (الورق والأحبار والأصباغ). لقد تم، نقلا عن الصين أو فارس، تشييد أول مصنع للورق في سمرقند في النصف الثاني من القرن الثامن الميلادي؛ وشيد مصنع ثان في عهد الخليفة المشهور هارون الرشيد. ثم انتشرت، بدءا من القرن التاسع الميلادي، تقنيات صناعة الورق في كل أرجاء الإمبراطورية؛ وظلت هذه الصناعة سرية لعدة قرون من أجل احتكار الإنتاج. لكنها عُرفت، في آخر المطاف، بفضل المعلومات المستقاة من الأعمال المتأخرة، والتي أكدتها بعض المنمنمات، كما أكدها تحليل مختلف أنواع الورق التي وصلت إلينا. لقد كان الورق يصنع وفقا للخطوات الآتية: تخمير الألياف (من القطن أو القنب أو الخرق البالية)، التبييض بواسطة الجير السائل، الشطف،

السحق، التنشية، التجفيف والصقل.

كانت طرائق وتقنيات الكيميائيين العرب عديدة ومتنوعة. ويمكن تصنيفها بحسب العمليات المنجزة. وأهم هذه العمليات، بلا شك، هو التقطير؛ وهو أن تستخلص من المادة الأجسام الأكثر قابلية للتطاير. ولتحقيق ذلك، يحول الجسم المراد الحصول عليه إلى بخار، ثم يكثف هذا الأخير بواسطة التبريد؛ وبذلك نحصل على سائل يتم تجميعه. وفي بلاد الإسلام، كانت بعض الآلات المستعملة في التقطير تعود إلى عهد قديم جدا، على الرغم من أنها عرفت تحسينات على مر الزمن، بينما صُنعت آلات أخرى فيما بين القرنين التاسع والثاني عشر الميلاديين، من دون أن نعلم مع ذلك هوية مصمميها الأوائل. ومن هذه الآلات أو الأشياء، نذكر المُعْوَجَّة، الإنبيق وحمام التبريد (الذي اشتهر باسم «رأس المورسكي»). وأجريت عمليات أخرى على نطاق واسع؛ ومنها، على سبيل المثال، التذويب، التصليب، التكليس والتصعيد.

وتتمثل هذه العملية الأخيرة في تحويل جسم صلب إلى غاز من دون المرور من الحالة السائلة؛ والغرض المنشود هو استخلاص «المُصَعَّد» الذي يترسب على الجدار الداخلي للجهاز بفضل تبلوُر الأبخرة الغازية. وتروم هذه العملية، في أكثر الأحيان، تصفية مادة ما. وكان هذا، على سبيل المثال، هو شأن الكبريت والزئبق والزرنيخ وبيريت الحديد وأكسيد الحديد وأكسيد الزنك...إلخ. لكنها كانت تروم أيضا أكسدة بعض الخامات أو تركيب أجسام

شتى. وقد مارس الكيميائيون العرب تصعيد الزئبق، كما مارسوا أيضا تصعيد كبريت الزرنيخ وأكسيد الحديد. وكانوا يستعملون لهذا الغرض آلة تسمى «الأثال» (التي تحولت في اللغة الفرنسية إلى *aludel*).

كانت طرئق الكيميائيين العرب، من عهد الرواد أمثال جابر بن حيان والرازي إلى عهد المؤلفين المتأخرين أمثال عز الدين الجلدكي في القرن الرابع عشر الميلادي، تقوم، في جزء كبير منها، على التجريب. ويتمثل ذلك في معالجة المواد ووزنها وتركيبها للحصول على مواد جديدة، وفي مرحلة أخيرة، استخلاص تصنيفات أو تحليلات. وتبشر هذه الطرائق، كما نرى، ببعض طرائق الكيمياء الحديثة، وتشكل، على الأقل، أصل الممارسات التي تبناها أوائل كيميائيي أوروبا قبل العصر الحديث. وفي تراجم المؤلفين العربية، يُعَدُّ الأمير الأموي خالد بن يزيد، الذي عاش في القرن السابع الميلادي، رائدا للكيمياء في بلاد الإسلام. ويفترض أنه هو الذي أمر بإنجاز أوائل الترجمات العربية لكتب يونانية وقبطية في الكيمياء، وأنه ألف ثلاثة أعمال في الكيمياء – لكن بعض المتخصصين شككوا في صحة هذا الأمر. وفي القرن الثامن الميلادي، نُسبت إلى جعفر الصادق ستة أعمال في هذا المجال. ومع كل هذا، نجد أن التقليد الكيميائي العربي قد قام، بالفعل، على أساس أعمال جابر بن حيان وتلامذته الذين صنفوا ما يقرب من مئة عمل. ويفترض أن هؤلاء اكتشفوا الصودا الكاوية والماء الملكي وأحماض الكبريت والنتريك والكلوريد. فكيمياؤهم كانت

تجريبية إلى حد كبير، على الرغم من أنها كانت تعرض مغلفة بالخطاب الباطني الذي طبع كلا من الكيمياء القديمة والإسلامية وكيمياء العصر الوسيط، الأمر الذي يحجب أحيانا الوجه العلمي لهذه الصناعة. وهم أيضا الذين وسعوا من مجال استعمال الكيمياء ليشمل المواد العضوية والنباتية. ويُفترض كذلك أنهم درسوا خصائص الزئبق. وامتدادا لأعمالهم - لكن في قطيعة مع الأفكار التي رافقتها - نذكر مساهمات الفيلسوف أبي يوسف يعقوب الكندي، المعارض الشرس لنظرية تحويل المعادن إلى ذهب، والمعروف بكتابه عن الحديد المستعمل في صناعة السيوف. بعد الكندي، وعلى الرغم من انتقاداته، لم يضعف التيار الباطني؛ لكنه لم يعق التوجه التجريبي الذي كان الرازي الطبيب ممثله الأكبر في القرن العاشر الميلادي. ومع أن هذا الأخير قبل فكرة التحويل، إلا أن أعماله المخبرية كانت دائما ذات طابع علمي. ويتجلى ذلك في وصفه للأدوات التي كان يستعملها، وللعمليات الكيميائية التي كان يجريها. ويُنسب إليه أيضا تصنيف المواد الكيماوية إلى ثلاثة أصناف: المعدنية والنباتية والحيوانية، ويمثل كتابه الأسرار مرحلة مهمة في تاريخ الكيمياء العربية. ثم إن عصر الرازي يُعَدُّ من قِبَل مؤرخي العلوم عصر التطور الكبير للكيمياء. وأدى النجاح الذي حققته إلى نشر مصنفات مبسطة على غرار سائر العلوم الأخرى. وهكذا خُصص للكيمياء فصل مهم في مفاتيح العلوم للخوارزمي الكاتب، كما خصص لها فصل في رسائل إخوان الصفاء المشهورة. وعلى مدى القرون اللاحقة، يلاحظ نشاط دؤوب في الكيمياء، مع

منشورات عديدة أكثرها لم يدرس بعد. ومن الكيميائيين البارزين في هذه الفترة الطويلة، نذكر أبا الحكيم الكاثي من القرن الحادي عشر الميلادي، كما نذكر مؤيد الدين الطغرائي وأندلسيا مجهول الاسم من القرن الثاني عشر الميلادي، علاوة على أبي القاسم العراقي من القرن الثالث عشر الميلادي، وعز الدين الجلدكي من القرن الرابع عشر الميلادي. وكما نرى، إن المرحلة العربية من تاريخ الكيمياء لم تكشف بعد عن كل أوجه نشاطها ولا عن كل مساهماتها.

# الفصل السادس

## الميكانيكا أو علم الحيل

في التقليد العلمي العربي، يسمى القسم التقني والتطبيقي من الميكانيكا «علم الحيل». ويشتمل على ثلاثة مجالات كبرى تطورت بشكل متواز. يضم المجال الأول كل الأجهزة ذاتية التشغيل التي غايتها الوحيدة هي التسلية؛ ويضم الثاني مختلف الآلات الميكانيكية النافعة (أي الساعات ومجموع الأجهزة المائية المستخدمة في الري، وطواحين الحبوب والورق، وآلات الرفع، والمصابيح الآلية، والأقفال)؛ بينما يُعنى المجال الثالث بالتكنولوجيا العسكرية: أسلحة يدوية، أجهزة القذف ومعدات الحصار. أما القسم الآخر من الميكانيكا الذي يعالج مسائلها النظرية (سقوط وتوازن الأجسام، علم توازن السوائل، علم الحركة)، فقد كان هو أيضا محل دراسات نربطها عادة بحقل الفيزياء؛ لكن هذا أمر لن نعرض له هنا.

طبق المتخصصون العرب في الميكانيكا أفكار سابقيهم من اليونانيين الذين اطلعوا على بعض مصنفاتهم، أمثال فيلون البيزنطي وأرخميدس وهيرون الإسكندراني، لكن مع تطويرها

وتوسيعها بابتكارات عبقرية. وشغلت أعمالهم الفترة الممتدة من القرن التاسع إلى القرن السادس عشر الميلاديين. ولأنهم كانوا يريدون انجاز أجهزة ذاتية التشغيل، نوعا ما، كان عليهم حل مسائل نظرية، الشيء الذي قادهم إلى إبداع بعض المفاهيم الميكانيكية المهمة.

إن أول كتاب عربي في الميكانيكا هو كتاب الحيل الذي ألفه الإخوة الثلاثة بنو موسى في القرن التاسع الميلادي. وأعقبته سلسلة من المصنفات امتد نشرها ما بين القرن التاسع إلى القرن السادس عشر الميلاديين. ولحسن الحظ، وصلتنا طائفة من هذه المصنفات. وأحدها يمثل التقليد الميكانيكي الأندلسي: وهو كتاب الأسرار لعلي بن خلف المرادي، الذي يرجع إلى القرن الحادي عشر الميلادي، ولم تبق منه سوى نسخة واحدة متهرئة للغاية. وكل المصنفات الأخرى نُشرت في الشرق؛ بعضها يعالج عدة مجالات من مجالات الميكانيكا، مثل الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لأبي العز بن إسماعيل الجزري من القرن الثاني عشر الميلادي، أو كتاب الطرق السامية في الآلات الروحية لتقي الدين بن معروف من القرن السادس عشر الميلادي[12]. وبعضها الآخر لا يعنى إلا بموضوع واحد، كما يظهر بوضوح من عناوينها. ومن المصنفات التي لا تزال موجودة، يمكن أن نذكر كتاب علم الساعات والعمل بها لرضوان بن محمد الساعاتي من القرن الثالث

(12) . في الأصل: «القرن السابع عشر»؛ ولعل الصواب ما ذكرنا. (المترجم)

عشر الميلادي، وكتاب الأنيق في المجانيق لابن أرنبغا الزردكاشي من القرن الخامس عشر الميلادي.

## الميكانيكا المسلية

انطلاقا من الإرث اليوناني، أيضا، وتحديدا من أعمال فيلون البيزنطي (القرن الثالث قبل الميلاد) وهيرون الإسكندراني (القرن الأول قبل الميلاد) التي ترجمت إلى العربية في القرن التاسع الميلادي، قام المتخصصون الأوائل الذين اهتموا بالميكانيكا المسلية - ونعني أساسا صناعة الأجهزة الذاتية التشغيل - بدراسة الحيل القديمة قبل التصدي لتطويرها. وفي مرحلة ثانية، شرعوا في تصميم أجهزة جديدة كانت أحيانا متطورة للغاية، بالجمع بين مبادئ تقنية مختلفة مثل المَصْيدات والبَكَرات والتروس والعَوَّامات والمُدوِّرات. وفي إطار هذه الإنجازات البديعة، أدخلوا لأول مرة، بحسب علمنا، بعض الابتكارات المهمة، مثل الصِّمَام، والآلية التي تمكن من تحويل الحركة المستقيمة إلى حركة دائرية.

ولما كانت إنجازات هذا الميدان مكلفة، كان من الضروري التوافر على زبائن مؤكدين يستطيعون تمويل تصميم وتصنيع آليات التسلية. وقد كان هؤلاء المستهلكون موجودين؛ وكانوا ينحدرون من الشرائح الجديدة الميسورة المشكلة لنخب السلطة والإدارة والتجارة. ومن الأجهزة ذاتية التشغيل التي تم عرضها، نذكر ساكبات السوائل مختلفة الألوان ودرجات الحرارة، وساكبات أو

نَفَّاثات المياه المصحوبة بالموسيقى، والقوارب ذات الدفع الآلي...الخ.

وأقدم عمل في تاريخ الميكانيكا العربية هو الذي صنفه بنو موسى في القرن التاسع الميلادي. وقد أُفرد بالكامل، تقريبا، للأجهزة ذاتية التشغيل. لكن إذا كانت قد تشكلت حرفة كاملة حول صناعة هذا النوع من الآليات، فلا نلفي، بحسب علمنا، أي عمل جديد من شأنه إغناء هذا المجال قبل القرن الثاني عشر الميلادي. وفي هذا التاريخ، نشر مصنف مهم، وهو مصنف الجزري الذي سجل نوعا من التجديد في الجوانب النظرية لهذا المجال. وعلى الرغم من أن الأجهزة ذاتية التشغيل لا تشكل سوى قسم متواضع من العمل، فإنه لا يذكر الآليات القديمة البتة، ما دام أن المؤلف لا يقدم إلا الأجهزة التي هي من ابتكاره. واستمر هذا التقليد إلى غاية القرن الرابع عشر الميلادي على الأقل، كما يؤكد ذلك كتاب ابن معروف الذي وصف فيه الآلات الترفيهية المشابهة لتلك التي صممها السابقون عليه.

## الساعات

يستجيب قياس الوقت، في الإمبراطورية الإسلامية، لحاجات الحياة اليومية (التي لا تختلف عن حاجات المجتمعات الأخرى)، كما يستجيب لضرورات الممارسة الدينية. فينبغي للمسلم، كما رأينا، أن يعرف مواقيت الصلوات الخمس اليومية. ولقياس الوقت،

كانت تستعمل طرائق مختلفة؛ وأقدمها الطريقة التي وصفناها سابقا، وهي الغنومون. ولمعرفة الساعة في أي وقت، بما في ذلك الليل، كان يلزم ابتكار أنظمة آلية أقل كُلفة من الساعة الرملية. وأقدم هذه الأنظمة كانت تستعمل مبدأ الجريان المنتظم لسائل ما (الماء أو الزئبق): إنه مبدأ البنكامات. ويقوم أبسط نماذج البنكامات المعروفة (وهو من أصل مصري) على مبدأ جريان الماء المحصور في إناء مخروطي، مُسْتَدِق وله فتحة. وبدلالة الانخفاض المنتظم لمستوى الماء في الإناء، يتم قياس الزمن المنصرم.

انطلاقا من إرث قديم متعدد الأصول (يوناني، بيزنطي، فارسي)، صُممت نماذج جديدة في بلاد الإسلام ابتداء من نهاية القرن الثامن الميلادي. والساعة التي أرسلها الخليفة هارون الرشيد إلى الإمبراطور شارلمان تؤكد قدم التقليد العربي. وفي القرن العاشر الميلادي، ذكر الرياضي ابن الهيثم مؤلفا له، مفقودا اليوم، يصف فيه ساعة من تصميمه. وأول بنكام زئبقي نجده معروضا في كتاب المرادي الأندلسي الذي ذكرناه من قبل. ونجد في كتاب المرادي، أيضا، وصفا لساعة تعلن الوقت بواسطة مصابيح تشتعل تباعا. وفي الفترة نفسها، صنع الفلكي الكبير الزرقالي ساعتين مائيتين ضخمتين في طليطلة، على ضفتي نهر تاجة. وفي مطلع القرن الثاني عشر الميلادي، وهذه المرة في المشرق، وصف الخازني نموذجا جديدا للساعة المائية سماه «الميزان الكلي» الذي يعمل أربعا وعشرين ساعة، ويعطي الساعات والدقائق. لكن الجزري، من

القرن الثاني عشر الميلادي، كان أفضل مصمم عربي للساعات المائية، سواء على مستوى دقة آلياتها، أو على مستوى تطورها. ففي كتابه ذكر عشر ساعات، ست منها مائية، والأخريات ساعات شموع (حيث يعلم الوقت من درجة فناء الشموع).

ويبدو بوضوح أن صناعة الساعات قد ازدهرت خلال القرن الثاني عشر الميلادي، إذ ترك لنا متخصصان آخران شهادات عن مهارتها في الميدان: وهما الساعاتي وابنه. الأول صنع ساعة ضخمة في دمشق، والثاني تكفل بترميمها. وبهذه المناسبة، نشر كتابا لتفصيل مبدئها وشرح آليات اشتغالها. ويتوجب علينا، في الشرق دائما، أن نشير إلى أحد أواخر ممثلي هذه الأدبيات التكنولوجية، وهو ابن معروف، الذي أفرد كتابا كاملا لعمل الساعات سماه الكواكب الدرية في البنكامات الدورية.

لا نزال نجهل إسهامات تقنيي آسيا الوسطى، لكننا نعرف أنه في الغرب الإسلامي استمر تقليد الساعات الميكانيكية بعد المرادي والزرقالي. ثم إنه لدينا أدلة مادية على ذلك من خلال ما بقي من ساعات صنعت في بلاد المغرب، في مكانين راقيين في مدينة فاس: المدرسة البوعنانية وجامع القرويين.

## الميكانيكا المائية

بالنظر إلى الوضع الجغرافي للأراضي الواقعة داخل حدود الإمبراطورية الإسلامية، شغل الماء دائما بال ساكنة هذه المناطق

وبالخصوص سكان مدنها. ابتداء من القرن التاسع الميلادي، وحتى القرن الخامس عشر الميلادي، انضافت إلى الأسباب القديمة لندرة الماء (ضعف التساقطات، عدم انتظام صبيب الأنهار، طوبوغرافية الأمكنة) أسباب جديدة ناجمة عن ظاهرة تطور المدن: توسع الأراضي المخصصة لزراعة الكفاف، ظهور زراعة كمالية مرتبطة بارتفاع مستوى عيش بعض شرائح المجتمع، تزايد عدد المعامل التي تستهلك الماء بكثرة، ولا سيما تلك التي تنتج النسيج أو الورق. وقد شجع هذا الوضع، في البداية، على إحياء أو مضاعفة الوسائل القديمة التي كانت تؤمن بنجاعة رفع المياه (شواديف، سَواقٍ، نواعير)، وتخزينها (سدود، وأحواض) وتصريفها (مَجَارٍ أو قنوات)؛ كما شجع على ابتكار آليات جديدة بارعة بهدف الرفع من مردودية هذه الوسائل.

وحين يكون الماء وفيرا يُستخدم أيضا بوصفه قوة محركة، وخصوصا لتحريك الطواحين. وقد كانت هذه الأخيرة تثبت على حواف الأنهار أو ركائز الجسور، أو تثبت على صنادل وسط الأنهار، كما كان الشأن في بغداد خلال القرنين التاسع والعاشر الميلاديين. لكن كانت هناك أنواع أخرى من الطواحين التي تعمل بفضل القوة البشرية والحيوانية والريحية أو حتى قوة المد البحري كما كان الحال في البصرة في فترة من الفترات. وعندما كانت تسمح الظروف، شجع النمو الديموغرافي للمدن على تركيز الطواحين. في القرن العاشر الميلادي، تم إحصاء اثنين وستين طاحونة في

نيسابور في إيران، وفي القرن الرابع عشر الميلادي أحصيت المئات في مدينة فاس. وكانت الطواحين تستعمل بطريقتين: بعضها كان مخصصا للإنتاج الغذائي (الدقيق، الأرز، وقصب السكر)، وبعضها الآخر لعب دورا صناعيا (معالجة المعادن، وصناعة مختلف أنواع الورق).

إن المؤلفات المخصصة للميكانيكا المائية ليست كثيرة، لكن الآثار التي وصلتنا، والمتفرقة بين مختلف بقاع العالم الإسلامي، تؤكد بكل وضوح أن تكنولوجيا الأنظمة المائية كانت حاضرة في كل الفترات، وأنها على ما يظهر كانت تنتقل بالتعلم المباشر أكثر من انتقالها بالتعليم التقليدي الذي يتوسل بالمراجع. ثم إن أقدم مؤلف معروف يعرض مثل هذه الأنظمة يعود تاريخه إلى مطلع القرن الثالث عشر الميلادي: ويتعلق الأمر بمصنف الجزري الذي ذكرناه من قبل. ونجد فيه وصفا لأنظمة مائية عديدة يقوم بعضها على أفكار جديدة. ويصدق ذلك بالخصوص على آلة ذات رقاص تستعمل مبدأ الترس القطاعي؛ كما يصدق على مضخة مائية تعمل بفضل تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة ترددية واستعمال أنابيب الشفط.

## التكنولوجيا العسكرية

من بين الأعمال التي احتلت صدارة اهتمامات الحكام المسلمين نجد تلك التي تعالج التكنولوجيا العسكرية. ونعلم أن الخلفاء قد

سعوا، منذ الفترة الأموية، إلى الحصول على مصنفات عن «فن الحرب». لكن – وكما يمكن أن يفهم ذلك بسهولة – كان يجب أن يبقى هذا العلم سريا لفترات طويلة، الأمر الذي يفسر، من دون شك، عدم توافرنا على كتابات في هذا الموضوع بالنسبة إلى القرون الأولى من تاريخ الإمبراطورية الإسلامية: إذ تعود أقدم المؤلفات التي وصلتنا إلى نهاية القرن الثاني عشر الميلادي. عند قراءة هذه المؤلفات، نجدها تعالج ثلاثة موضوعات كبرى. يتعلق الموضوع الأول بفن الفروسية، أي بالمبارزات والتداريب القتالية. وأهم المصنفات في الموضوع كتاب الفروسية لنجم الدين الرماح من القرن الثالث عشر الميلادي، وكتاب نهاية السؤل والأمنية في تعلم أعمال الفروسية لمحمد بن عيسى الأقصرائي من القرن الرابع عشر الميلادي. ويتعلق الموضوع الثاني بالرماية بالقوس، إذ نجد فيه وصفا لمختلف أنواع القِسيّ المستعملة في الجيش الإسلامي، وكذلك خطوات تصنيعها وطرق استعمالها. وأحد المؤلفات الأكثر شهرة يعود إلى القرن الرابع عشر الميلادي، وهو غنية الطلاب في معرفة رامي النشاب للأشرفي البقلاميشي. أما الموضوع الثالث، فيتعلق بكل من فن التكتيك والتنظيم العسكري والتكنولوجيات الحربية. ويعرض فيه المؤلفون معارف عصرهم عن التحصينات والتقنيات والوسائل المستعملة لإنجاح الحصار، علاوة على مختلف أساليب تنظيم الفرق العسكرية في المعركة، وكل حيل الحرب. وأشهر المصنفات في هذا المجال اثنان يعودان إلى القرن الثاني عشر الميلادي، وهما تبصرة أرباب الألباب في كيفية النجاة في الحروب

من الأسواء لمرضي بن علي الطرسوسي، والتذكرة الهروية في الحيل الحربية لعلي بن أبي بكر الهروي. بالإضافة إلى هذه المؤلفات العامة التي كرست بابا للآلات الحربية، توجد كتابات أكثر تخصصا ولا تعالج سوى الجوانب التكنولوجية؛ وأقدمها كتاب في الآلات الحربية لبني موسى، الذي يعود إلى القرن التاسع الميلادي، لكن لم يعثر عليه بعد. وفي القرن العاشر الميلادي، نشر بعض أهل العلم كتابات عن المرايا الحارقة التي يفترض فيها القدرة على إشعال النار في مواقع العدو في البر أو في البحر؛ لكننا لا نعرف ما إذ كانت قد تجاوزت المرحلة النظرية. وبالنسبة إلى التكنولوجيات الأخرى، وصلنا مصنف من القرن الخامس عشر الميلادي، وهو كتاب الأنيق في المجانيق لابن أرنبغا الزردكاشي، والذي استعاد فيه ما أمكن نشره في هذا الموضوع طيلة القرون السابقة، مضيفا إليه عناصر من الفترة التي عاش فيها. وكما يشير إلى ذلك عنوانه، يتحدث الكتاب عن المراجم وكل القذائف التي يمكن إطلاقها بواسطة هذا الجهاز، مثل كرات الحجر والنشاشيب والنفاطات والشهب والقنابل الخانقة. ويُعَدُّ مصنف الزردكاشي من أواخر المؤلفات التي عالجت الأسلحة التقليدية. وانطلاقا من منتصف القرن السادس عشر الميلادي، ومع ظهور المدفع والبنادق التي تستعمل البارود، سيبدأ عصر جديد في حقل التكنولوجيات الحربية.

# الفصل السابع

## العلوم العربية في أوروبا أو استملاك معرفة جديدة

نحن مدعوون، قبل عرض الوقائع، إلى فحص مسألة تتعلق بالمصطلح: كيف نصف مجيء العلوم العربية إلى الفضاء اللاتيني؟ بدأت طلائع هذه الظاهرة تلوح في أواخر القرن العاشر الميلادي في كتالونيا، وخطت بعض الخطوات المشجعة في أواخر القرن الحادي عشر الميلادي في جنوب إيطاليا، ثم تفجرت، خلال القرن الثاني عشر الميلادي، في طليطلة وبلرم، فيما يشبه حراقة بارود «أنارت»، بتمام معنى الكلمة، المراكز العلمية القليلة في أوروبا العصر الوسيط. أيتعلق الأمر بنقل أم برواج أم بشيء آخر؟ حين نتتبع بدقة مختلف التقلبات التي وسمت هذه المغامرة الفكرية الجميلة، نلاحظ بكل سهولة أن الأمر لا يتعلق بالنقل بالمعنى الحقيقي للكلمة، ذلك لأن المسلمين لم يفكروا أبدا في نقل لا ما تعلموه من أساتذتهم اليونانيين والهنود والرافدينيين، ولا ما طوروه بأنفسهم خلال أكثر من ثلاثة قرون.

هناك على الأقل سببان وراء هذا الموقف: أولهما يرتبط بالعلاقات الصراعية، الخفية بهذه الدرجة أو تلك، التي كانت سائدة في ذلك

العصر بين «دار الإسلام» و«دار الحرب» التي كانت تمثلها المسيحية الغربية في المقام الأول. وثانيهما هو بالأحرى سبب ثقافي، إذ إن النخب العلمية في الحضارة العربية الإسلامية كانت تعتقد أن المجتمعات التي تعيش خارج بلاد الإسلام لم تكن تتوافر على الشروط الموضوعية التي تمكنها من اكتساب العلوم.

ويمكن أن ننعت الظاهرة المذكورة بأنها «رواج»؛ لكن عيب هذا المصطلح «المحايد» هو أنه يحجب الجانب الأكثر أهمية في هذه العملية: إنه البعد البشري؛ فمن الواضح أنه لا الأفكار العلمية ولا الكتب ولا الآلات انتقلت لوحدها. لقد وجد فتيان قَرَّ عزمهم، ذات يوم، على الذهاب، فرادى أو جماعات، إلى حيث قيل لهم إن العلوم مزدهرة، وبذل الجهد في تعلم اللغة العربية، ثم الانخراط في مشروع ترجمي طويل النفس، بمساعدة أشخاص من شتى الملل. ومنهم من قدم من انجلترا (روبرت الشستري، أديلارد الباثي) واسبانيا (يوحنا الإشبيلي) وإيطاليا (جيرار الكريموني، أفلاطون التيفولي) ودلماسيا (هرمان الكارنثي). وقد عنيت طائفة من الباحثين بدراسة هذا المشروع الجماعي، فوصفته بأنه «استملاك»، لما يمثله من قرارات ومبادرات طوعية تروم تيسير كل ما كان متاحا من التراث العلمي اليوناني والعربي. ويبدو لنا أنه المصطلح المناسب لوصف هذه المغامرة الإنسانية التي رسمت ملامح الحداثة الأوروبية القادمة، وفي الوقت نفسه، لتفادي كلمة «نقل» التي استعملت طويلا، واختزلت دور النقلة الأوروبيين الفتيان في مجرد

الوساطة.

وفي الواقع، تعود أوائل المبادرات إلى نهاية القرن العاشر الميلادي، وتهم استعمال الأسطرلاب. ويفترض أن جربير الأرياكي، الذي سيتولى لاحقا منصب البابوية تحت اسم سلفستر الثاني، أو ربما أحد تلامذته، هو الذي أشاعه في مبدأ الأمر. وبعد بضعة عقود من هذا التاريخ، قرب مدينة ساليرنو هذه المرة، سينجز قسطنطين الإفريقي، القرطاجي المسيحي أو المتحول إلى المسيحية، أوائل الترجمات المعمولة لمؤلفات طبية عربية. وسيؤدي محتوى هذه الترجمات، معززا بما تمت ترجمته لاحقا، إلى تجديد تعليم الطب في أوروبا بشكل كامل .

وابتداء من مطلع القرن الثاني عشر الميلادي، تسارعت وتيرة الترجمات بفضل الظروف التي خلقها استرداد القشتاليين لمدينة طليطلة. لقد ترجمت عشرات الكتب التي تهم كل المجالات العلمية (مثل البصريات والفلسفة والموسيقا، علاوة على المجالات التي ذكرناها في هذا الكتاب) إلى اللاتينية أو العبرية (أو إليهما معا). واستمرت هذه الظاهرة حتى القرن الخامس عشر الميلادي تبعا لما كان يتوافر من المخطوطات العربية. وكانت مصحوبة بمبادرات أخرى ليس من الممكن دائما متابعة مسارها، لكن نتائجها ملموسة للغاية: يتعلق الأمر بعشرات المصنفات العلمية المكتوبة مباشرة باللاتينية أو بالعبرية من قِبَل مؤلفين لم يستحسنوا ترجمة النصوص. لقد أتقنوا العربية منذ صغرهم، وبها درسوا

مصنفات أندلسية، فارتأوا أن ينشروا أعمالهم الخاصة. وكان هذا شأن ليوناردو فيبوناتشي في أوائل القرن الثالث عشر الميلادي، والذي كان قد تعلم الرياضيات، أول الأمر، في بجاية من المغرب الأوسط، ثم في سورية. وأهم مصنفاته كتاب الحساب (*Liber abaci*) الذي يتشكل في معظمه من عناصر تنتمي إلى التقليد العربي، متممة بمساهمات المؤلف.

ولما كان يتعذر علينا أن نعرض بتفصيل ما وصل إلى أوروبا من مختلف المجالات المعرفية التي ذكرنا في هذا الكتاب، سنكتفي بتوضيح بعض جوانبها من أجل إظهار ثراءها وتنوعها.

فيما يخص الرياضيات ومجالات تطبيقها (مثل البصريات والميكانيكا)، نذكر أنه، بالإضافة إلى أمهات كتب الهندسة اليونانية، ترجمت، في المقام الأول، مصنفات مشرقية من القرنين التاسع والعاشر الميلاديين. وأهمها، من جهة أنها عُدَّت حاملة لمعرفة جديدة، كتابا الخوارزمي وأبي كامل في الجبر، وكتاب الشكل القطاع لثابت بن قرة، وكتاب علم المناظر للكندي، وعلى الخصوص كتاب المناظر لابن الهيثم. لقد أثر هذا العمل الأخير، بشكل عميق، في فزيائيي العصر الوسيط اللاتيني، ولا سيما روجي باكون. ويجب أن نشير بالمثل إلى مصنفات عديدة في علم الحساب، وخصوصا كتاب الحساب الهندي للخوارزمي الذي اكتشف فيه الأوروبيون لأول مرة النظام العشري الموضعي الهندي مع الأرقام التسعة والصفر التي أطلقوا عليها فيما بعد، بطريقة خاطئة، اسم

«الأرقام العربية».

وفي علم الفلك، نجد أن المصنفات التي تعنى بالآلات هي التي عرفت في أول الأمر. ويمكن أن نذكر منها، بالنسبة إلى القرن الحادي عشر، كتاب العمل بالكرة النجومية لقسطا بن لوقا، ومصنفي مسلمة بن أحمد المجريطي وأبي القاسم أحمد بن الصفار في الأسطرلاب، علاوة على رسالة الزرقالي في الأسطرلاب الشامل التي عملت لها ترجمتان عبرية وقشتالية. لقد تم تداول الجوانب الرياضية من الفلك النظري عبر الترجمة اللاتينية لكتاب الشفاء لابن سينا في القرن الثاني عشرالميلادي، وعبر كتاب إصلاح المجسطي لجابر بن أفلح على الخصوص.

أما النماذج الفلكية التي أنجزت خلال القرنين الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين، في مراغة ودمشق، فلم يكن يتضمنها أي كتاب مترجم، لكن التحليلات المقارنة التي جرت خلال العقود الأخيرة بينت أن طائفة من الفلكيين الأوروبيين في القرن السادس عشر الميلادي، ولا سيما كوبرنيك، كانوا على ببعض خصائصها، مثل استعمال «مزدوجة الطوسي» والحركة المنتظمة وحدها لانجاز نماذج للقمر وعطارد.

ولعلاقته الوطيدة بعلم الفلك، عرف التنجيم العربي في أوروبا نجاحا مماثلا، إن لم يكن نجاحا أكبر، بدلالة عدد الرسائل المترجمة. بل يمكن القول إن هذه الترجمات كانت نقطة انطلاق التقليد التنجيمي الأوروبي. وفي طليعة من طلبت مؤلفاتهم، نذكر أبا

معشر البلخي، من القرن السابع الميلادي، وما شاء الله اليهودي، من القرن الثامن. وفي المجموع، نقل اثنان وثلاثون عملا من أعمالهم إلى اللغة اللاتينية، وعلى يد أمهر التراجمة في القرن الثاني عشر الميلادي، أمثال جيرار الكريموني ويوحنا الإشبيلي. ومن الترجمات التي أنجزها هذا الأخير، نذكر كتاب المواليد لابن الفرخان الطبري، الذي تصدر قائمة الأدبيات التنجيمية الأوروبية إلى غاية القرن السادس عشر الميلادي.

ولم تتطور الأبحاث في الجغرافيا بما فيه الكفاية بعد لاستخلاص نتائج أكيدة فيما يخص الآثار التي يمكن أن تكون للعرب في هذا الميدان. وقد أشار الذين عكفوا على هذا الموضوع إلى ظاهرة تطور الخرائط الأوروبية، انطلاقا من القرن الثاني عشر الميلادي، الشيء الذي يوحي بوجود تأثيرات، لكن من دون القدرة على وصف الكيفية التي تمت بها. وهكذا، يبدو أن معرفة خريطة الشريف الإدريسي الشهيرة قد أدت، في القرن الثالث عشر الميلادي، إلى التخلي عن الخرائط التي كانت ترسم الأرض على الشكل الرمزي للحرفين (T) و(O) (حيث يشطر قرص الأرض، ممثلا بحرف O، إلى ثلاثة أقسام بواسطة حرف T، وهي: آسيا أعلى الخط الأفقي، وأوروبا على يسار الخط العمودي، ثم إفريقيا على اليمين، بينما يمثل الحرف T نفسه البحار والأنهار مثل الفولغا). ويعضد عنصر آخر فكرة وجود هذه التأثيرات: وهو التغيير الذي طرأ على رسم أطراف إفريقيا في الخرائط الأوروبية ابتداء من القرن الرابع

عشر الميلادي. وهناك أخيرا شهادات البحارة البرتغاليين، في القرن الخامس عشر الميلادي، التي تجعلنا نفترض أنهم استفادوا من الخرائط العربية الموجودة في ذلك الوقت، ولا سيما فيما يخص رسم سواحل المحيط الهندي.

وفي حقل الطب، شق قسم من المتن العربي طريقه إلى التعليم الأوروبي بفضل مبادرة قسطنطين الإفريقي. وعلى الرغم من أن كل الأعمال التي نشرها تحمل اسمه، فإننا نعلم اليوم أنها ليست سوى ترجمات لاتينية لمصنفات كتبت في القرن العاشر الميلادي، سواء في بغداد، مثل مصنفات حنين بن إسحق وعلي بن عباس المجوسي، أو في القيروان، مثل مصنفات إسحق الإسرائيلي، وإسحق بن عمران وأبي جعفر بن الجزار.

وتواصلت الترجمات خلال القرنين الثاني عشر والثالث عشر الميلاديين، فأتاحت للأساتذة وللممارسين أعمالا مهمة، مثل كتاب القانون في الطب لابن سينا، وكتاب المنصوري للرازي وكتاب تذكرة الكحالين لعلي بن عيسى، والمقالة الجراحية الشهيرة المستخرجة من مصنف الزهراوي.

ولم تعرف الميكانيكا أي ترجمات تسمح للأوروبيين باكتشاف جوانبها التكنولوجية؛ ويبدو أنهم قد توصلوا إليها، بشكل مباشر، عن طريق المعاينة أو عن طريق جمع المعلومات. وهكذا انتهى بهم الأمر إلى استعمال وإتقان بعض التكنولوجيات في مجالات الحرب والري والطواحين. أما بالنسبة إلى الجوانب النظرية، فقد حظي

عمل واحد بترجمة لاتينية: وهو كتاب في القرسطون لثابت بن قرة الذي بحث فيه العزم الساكن لعارضة متجانسة. وفيما يخص المؤلفات المتعلقة بالأجهزة ذاتية التشغيل، فلا واحد منها حضي بإقبال المترجمين عليه (على افتراض أن نسخا منها كانت متوافرة في طليطلة).

وتُعَدُّ الكيمياء (إلى جانب الحساب الهندي والجبر والتنجيم) أحد العلوم التي تشكلت في أوروبا انطلاقا من التقليد العربي في الأساس. ومن بين نصوص المتن الباطني، اختار المترجمون، إلى جانب عدد كبير من أعمال جابر بن حيان، مثل كتاب السبعين[13] وكتاب الرحمة، مصنفات أقل قيمة، مثل كتاب الماء الورقي والأرض النجمية[14] لمحمد بن أميل التميمي. كما ترجموا نصوصا تنتمي إلى تقليد الكيمياء العملية مثل كتاب الأسرار للرازي، وكتاب الشب والأملاح لمؤلف أندلسي مجهول.

انطلاقا من هذا الإرث المزدوج – الغني لكن الغامض، في أغلب الأحيان، بسبب مصطلحاته وجوانبه الباطنية على الخصوص – حاول الشغوفون بالكيمياء أن يفهموا الأمور جيدا في مبدأ الأمر، ثم عملوا على استئناف التقليد العربي، حتى أنهم ألفوا

---

(13). في الأصل: (*Livre de la divination*)، أي «كتاب الكهانة»، الذي لا ذكر له في آثار جابر بن حيان المعروفة؛ ولعل منشأ اللبس من ترجمة فرنسية غير سليمة لعنوان الترجمة اللاتينية التي أنجزها جيرار الكريموني لكتاب السبعين، وهو: (*Liber divinitatis de septuaginta*)؛ ولذلك نعتقد أن الصواب هو ما ذكرنا. (المترجم)

(14). في الأصل: (*La Table d'émeraude*)، أي «لوح الزمرد» المنسوب إلى جابر، وإلى غيره. ولعل الصواب ما ذكرنا. (المترجم)

عشرات النصوص الكيميائية من النوع نفسه، ونسبوها إلى مؤلفين مسلمين. لكن حين نصرف النظر عن المجال الباطني، نجد أصالة الكيميائيين الأوروبيين أكثر وضوحا، خصوصا مع إتقان تقنيات التقطير التي فتحت الباب لظهور كيمياء مبتكرة.

# خاتمة

في ختام هذه الإطلالة السريعة على الجوانب الأساسية التي ميزت العلم العربي في عصره الذهبي، من الطبيعي التساؤل عن الأسباب التي يمكن أن تكون وراء ظاهرة أفول الحضارة العربية الإسلامية، ومن ثم أفول الأنشطة العلمية. يجب القول من دون تردد – ولأسباب مختلفة، منها على الخصوص عدم كفاية الأبحاث في بعض جوانب هذه الحضارة – إنه لا يوجد جواب شامل عن هذا السؤال. لكننا نستطيع، مع ذلك، أن نرصد بعض العوامل التي لعبت دورا في هذا المسلسل الطويل الذي بدأت علاماته الأولى تظهر منذ نهاية القرن الثاني عشر الميلادي. ومن العوامل الخارجية، نجد الهجومات المسيحية على الأراضي الخاضعة للمسلمين: أي الحملات الصليبية التي جرت ابتداء من نهاية القرن الحادي عشر إلى نهاية القرن الثالث عشر الميلاديين؛ وحروب الاسترداد في شبه الجزيرة الإيبيرية وصقلية. وكانت أول نتيجة ملموسة لهذه الأحداث هي انكماش المجال الجغرافي للإمبراطورية الإسلامية (مع الفقدان النهائي لصقلية ثم طليطلة وإقامة مملكة

بيت المقدس). وكما هو معلوم، تتابعت حروب الاسترداد، صعودا وهبوطا، إلى غاية سقوط غرناطة سنة 1492م. وعلى مستوى الأنشطة العلمية، كانت أنشطة صقلية أسرع اختفاء، ثم بدأت أنشطة الأندلس تَأْفُل إلى أن اضمحلت تماما عند نهاية القرن الخامس عشر الميلادي.

والعامل الثاني الذي يمكن تمييزه عامل سلمي تماما، لأنه ذو طبيعة اقتصادية؛ ويتعلق الأمر بالتراجع التدريجي للاحتكار الإسلامي للتجارة في حوض البحر الأبيض المتوسط (وهو احتكار مورس بين القرن التاسع والقرن الحادي عشر الميلاديين)، مصحوبا بسيطرة المدن الإيطالية على هذه التجارة (البندقية وجنوة وبيزا وفلورنسة...). وكانت تأثيرات هذا العامل في الظاهرة العامة للأفول بطيئة؛ لكنها كانت حاسمة.

والعامل الخارجي الثالث كان له تأثير نفساني في سكان الإمبراطورية الإسلامية أكبر بكثير من العاملين الأولين؛ وذلك بسبب هول الأحداث التي طبعته، وتأثيرها في الرأي العام في تلك الفترة: ويتعلق الأمر بالغزو المغولي الذي بدأ مع مطلع القرن الثالث عشر الميلادي تحت قيادة جنكيز خان، وجرت أطوارها، عبر موجات عديدة، إلى غاية نهاية القرن الرابع عشر الميلادي مع هجومات تيمورلنك. وقد أسفر الغزو المغولي، في مرحلة أولى، عن تفكك كامل للشبكات العلمية التي كانت موجودة في آسيا الوسطى. لكن، على الرغم من ذلك، سمح اعتناق الحكام المغول

للإسلام بإحياء بعض الأنشطة العلمية مثل علم الفلك، مع إعادة تنشيط بعض المراكز العلمية القديمة، وخصوصا تبريز وسمرقند.

أما العوامل الداخلية التي لعبت دورا غير مباشر في تسهيل أو تسريع وتيرة تباطؤ الأنشطة العلمية، فقد كانت، في المقام الأول، من طبيعة اقتصادية. وبالفعل، بدأ النموذج التنموي الذي كان يقوم عليه رفاه الإمبراطورية الإسلامية ونفوذها – والذي كان مبنيا على شبه احتكار واسع النطاق للتجارة الدولية – يُظهر علامات الوهن ابتداء من القرن الثاني عشر الميلادي. وبالموازاة مع كسر شوكة هذا الاحتكار من قِبَل المدن الإيطالية، عرفت الطرق التجارية الداخلية اضطرابات عميقة، إلى حد ما، بسبب صراعات طويلة من أجل الزعامة السياسية. وقد ازداد الوضع سوءا بسبب ندرة بعض المواد الأولية، مثل الخشب والحديد والذهب، الأمر الذي أدى إلى أفول بعض المدن اقتصاديا. إلى كل هذا يجب أن نضيف، أحيانا، عاملا طبيعيا قلما يُذكر، ولم تُدْرس آثاره على النحو المأمول بعد: يتعلق الأمر بأوبئة الطاعون والكوليرا الكبرى التي تفشت في القرن الثالث عشر الميلادي، أي في أسوأ الفترات بالنسبة إلى بعض مناطق الإمبراطورية الإسلامية، مثل بلاد المغرب، حيث كان مسلسل الأفول هناك أكثر وقعا من أي مكان آخر.

ومن المهم، كذلك، أن نلاحظ أمرا – لكن من دون أن يكون في مستطاعنا أن نستخلص منه نتائج مقنعة في الوقت الحالي –، وهو أن النزعة المحافظة، سواء على المستوى الديني أو على المستوى

الإيديولوجي بالمعنى الواسع، قد لازمت كل ظواهر الأفول التي وصفناها بإيجاز، وتغذت منها حتى انتشرت بشكل كاف، أي ابتداء من القرن الخامس عشر الميلادي. في ذلك الوقت، استطاعت النزعة المحافظة التأثير، بشكل مباشر أو غير مباشر، في توجهات الأنشطة العلمية وفي طبيعتها. وما يسمح لنا بهذا الافتراض هو بعض ممارسات ومناقشات وأفكار أهل العلم في ذلك العصر.

ويجب أن نوضح، في الأخير، أن أفول العلم العربي لم يكن على نسق واحد في المكان والزمان؛ ذلك لأن شساعة الإمبراطورية الإسلامية، والخصوصيات السياسية التي كانت تسم أقاليمها، قد أدت إلى أوضاع متباينة: لقد استفادت بلاد المغرب، التي عرفت عودة مهمة للأنشطة العلمية بين القرنين الثاني عشر والثالث عشر الميلاديين، من تباطؤ هذه الأنشطة في الأندلس. ونلاحظ ظاهرة مماثلة مع انبعاث علم الفلك في دمشق والقاهرة، خلال القرن الرابع عشر الميلادي، ثم في سمرقند خلال القرن الخامس عشر الميلادي.

# مراجع


- Ahmad Y. al-Hasan et Donald R. Hill, *Sciences et techniques en Islam*, Paris, Edifra-Unesco, 1991.
- Claude Cahen, *L'Islam: des origines au début de l'Empire ottoman*, Paris, Hachette, 1997.
- Marie-Thérèse D'Alverny, « Translations and Translators », *in* Robert L. Benson et Giles Constable (éds.), *Renaissance and Renewal in the Twelfth Century*, Harvard University Press, 1982, pp. 421-452, et University of Toronto press, 1991.
- Paule Charles-Dominique, *Voyageurs arabes, Ibn Fadlän, Ibn Jubayr, Ibn Battûta et un auteur anonyme*, Paris, Gallimard, 1995.
- Ahmed Djebbar, *L'Algèbre arabe: genèse d'un art*, Paris, Vuibert-ADAPT, 2005.
- Id., *Une histoire de la science arabe*, Paris, Le Seuil, 2001.
- Id. (Dir.), *Les Découvertes en pays d'Islam*, Paris, Le Pommier, 2009.
- Id. et Marc Moyon, *Les Sciences arabes dans le nord de l'Afrique*, astronomie et mathématiques, Paris, Éditions Grandvaux-Vecmas, 2011.
- Danielle Jacquart et Françoise Micheau, *La Médecine arabe et l'Occident médiéval*, Paris, Maisonneuve et Larose, 1996.
- Edward Stewart Kennedy, *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Beyrouth, American University of Beirut, 1983.
- David A. King, *In Synchrony with the Heaven: Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization*, Leiden, Boston, Brill; vol. 1: *The Call of the Muezzin*, 2004; vol. 2: *Instruments of Mass Calculation*, 2005.
- Paul Kraus, *Jâbir Ibn Hayyän, contribution à l'histoire des idées*

*scientifiques dans l'Islam*, Le Caire, Institut français d'archéologie orientale, 1943, rééd. Paris, Les Belles Lettres, 1986.

- André Miquel, articles sur des géographes arabes, in *Dictionnaire de l'Islam: religion et civilisation*, Paris, Albin Michel- Encyclopaedia Universalis, 1927, pp. 393- 394, 451-452, 386-387, 615-617.
- Emilie Savage-Smith, « Islamic Science and Medicine », *in* Pietro Corsi et Paul Weindling (éds.), *Information Sources in the History of Science and Medicine*, Londres, Butterworth Scientific, 1983.
- AdolfPavlovitchYouschkevitch, *Les Mathématiques arabes* (VIII-XVI siècles), Paris, Vrin, 1976.

# فهرس الأعلام

## (ترتيب أبجدي)

### (أ)

# يوحنا فيلوبونوس (Jean Philopon)